



T.C.

SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

## **DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE ÜRETİM PLANLAMASININ MOBİLYA SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI**

**Hasan YILMAZ**

0730201011

**DANIŞMAN**

**Yar. Doç. Dr. Nuri ÖMÜRBEK**

**ISPARTA-2010**

# İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
GİRİŞ	1

## BİRİNCİ BÖLÜM

1.ÜRETİM PLANLAMA	2
1.1. ÜRETİM PLANLAMASININ TANIMI	3
1.2.ÜRETİM PLANLAMASININ ÖNEMİ	5
1.3.ÜRETİM PLANLAMASININ AMACI	7
1.4.ÜRETİM PLANLAMA SİSTEMİNİN TEMEL ELEMANLARI	8
1.5. ÜRETİM PLANLAMASININ FAYDALARI VE SAKINCALARI	11
1.6. ÜRETİM PLANININ HAZIRLANIŞI	13
1.6.1. Talep Tahminleri	15
1.6.2. Kapasite Planlaması	21
1.7.ÜRETİM PLANLAMANIN DÖNEMLERİ	23
1.8. ÜRETİM PLANLAMASI STRATEJİLERİ	25
1.9. ÜRETİM PLANININ UYGULAMASI	26

## İKİNCİ BÖLÜM

<b>2.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA</b>	<b>28</b>
<b>2.1.DOĞRUSAL PROGRAMLAMAMANIN TANIMI VE ÖNEMİ</b>	<b>29</b>
<b>2.2.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİ</b>	<b>30</b>
<b>2.3.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNİN</b>	
<b>    ÇÖZÜMÜNDE KULLANILAN TANIMLAR</b>	<b>35</b>
<b>2.4.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA ÇÖZÜM TEKNİKLERİ</b>	<b>36</b>
<b>    2.4.1.Grafik Metod</b>	<b>36</b>
<b>    2.4.2.Simpleks Metod</b>	<b>39</b>
<b>        2.4.2.1. Simpleks Metodunun Tanımı</b>	<b>39</b>
<b>        2.4.2.2.Simpleks Metodunda Kullanılan Değişkenler</b>	<b>40</b>
<b>        2.4.2.3.Simpleks Tablo</b>	<b>41</b>
<b>        2.4.2.4.Simpleks Metodun Çözümü</b>	<b>43</b>
<b>    2.4.3.İki Faz Tekniği</b>	<b>49</b>
<b>    2.4.4 Dual Simpleks Metod</b>	<b>50</b>
<b>    2.4.5.Dualite Kavramı</b>	<b>50</b>
<b>    2.4.6. Dual Problemlerin Ekonomik Açıklaması Ve Gölge Fiyatlar</b>	<b>55</b>
<b>    2.4.7.Duyarlılık Analizleri</b>	<b>56</b>

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

<b>3.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE ÜRETİM</b>	
<b>PLANLAMASININ MOBİLYA SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI</b>	<b>60</b>
<b>3.1.TÜRKİYE'DE MOBİLYA SEKTÖRÜ</b>	<b>60</b>
<b>3.2. YATAK SEKTÖRÜ VE FABRİKA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER</b>	<b>66</b>
<b>3.3.UYGULAMA</b>	<b>68</b>
<b>    3.3.1. Maliyetin Hesaplanması</b>	<b>69</b>

<b>3.3.2.Makine Kısıtları</b>	<b>71</b>
<b>3.3.3.Ürünlerin Alt Ve Üst Üretim Kısıtları</b>	<b>74</b>
<b>3.3.4.Pozitiflik Kısıtı</b>	<b>84</b>
<b>3.3.5.Modelinin Çözümü ve Çözüm Sonuçlarının Ekonomik Yorumu</b>	<b>84</b>

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

<b>4.SONUÇ, DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER</b>	<b>91</b>
<b>YARARLANILAN KAYNAKLAR</b>	<b>94</b>
<b>EK.1.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODEL ÇÖZÜM SONUÇLARI</b>	<b>98</b>
<b>EK- 2.ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>99</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	SAYFA NO
Çizelge 2.1. Simpleks Metodunda Kullanılan Değişkenler Dizini	41
Çizelge 3.1. Mobilya Ve Ağaç Ürünleri İhracatının Ülkelere Ve Yıllara Göre Dağılımı	61
Çizelge 3.2. Mobilya İhracatı Yapan firmaların İllere Göre Dağılımı	63
Çizelge 3.3. Türkiye’de Mobilya İthalatının Yıllara Göre Dağılımı	64
Çizelge 3.4. Sünger Maliyetleri	69
Çizelge 3.5. 90*190 yatak İçin Kullanılan Yay Miktarı	70
Çizelge 3.6. Yatak Maliyet Değerleri	71
Çizelge 3.7. Yatak Modellerinin Tamamlanma Süreleri	72
Çizelge 3.8. Yatak Çeşitlerinin Birim Maliyetleri	73
Çizelge 3.9. Yatak Çeşitlerinin Birim Kârları	73
Çizelge 3.10. Yatak Çeşitleri İçin Oluşturulan Regresyon Modeli	75
Çizelge 3.11. En İyi Çözüm Sonuçları	84
Çizelge 3.12. Amaç Fonksiyonu Katsayılarına Ait Duyarlılık Analizi	87
Çizelge 3.13. Üretim Faktörlerine Ait Duyarlılık Analizi Sonuçları	89

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	SAYFA NO
Şekil 1.1. Üretim Planlanma Ve Kontrol Süreci	10
Şekil 2.1. Uygun Çözüm Alanın Belirlenmesi	38
Şekil 2.2. Optimum Çözüm Belirlenmesi	39
Şekil 3.1. Yatak Bölümü Üretim Şekli	67
Şekil 3.2. Yatak Tel Biçimleri	70
Şekil 3.3. 90*190 Yatak Regresyon Modeli: $Y_{x1}=85.41+2.44x$	76
Şekil 3.4. 150*200 Yatak Regresyon Modeli: $Y_{x2}=120.11+0.75x$	77
Şekil 3.5. 160*200 Yatak Regresyon Modeli: $Y_{x3}=91.04+0.44x$	78
Şekil 3.6. 100*200Yatak Regresyon Modeli: $Y_{x4}=112.46-0.35x$	79
Şekil 3.7. 90*190 Ortopedik Yatak Regresyon Modeli: $Y_{x5}=156.72-1.73x$	80
Şekil 3.8. 150*200 Ortopedik Yatak Regresyon Modeli: $Y_{x6}=173.87-2.44x$	81
Şekil 3.9. 160*200 Ortopedik Yatak Regresyon Modeli: $Y_{x7}=110.74-0.79x$	82
Şekil 3.10. 100*200 Ortopedik Yatak Regresyon Modeli: $Y_{x8}=116.8+0.39x$	83

## **ÖZET**

### **DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE ÜRETİM PLANLAMASININ MOBİLYA SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI**

**Hasan YILMAZ**

**Süleyman Demirel Üniversitesi, İşletme Bölümü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman: Yard. Doç. Dr. Nuri ÖMÜRBEK**

İşletmeler kaynaklarını verimli bir şekilde kullanarak gelirlerini arttırmak amacıyla üretimlerini belirli bir plan ve program çerçevesinde gerçekleştirmektedirler. Üretim planlaması sorunlarının çözümünde kullanılacak en etkili yöntemlerden birisi doğrusal programlama tekniğidir.

Bugün modern işletmecilik konusunda daima doğrusal programlamadan söz edilmektedir. Kuşkusuz zamanın en basit, fakat en etkili değerlendirilmesi, zaman para bağlantısı kurularak elde edilebilmesidir. Zamandan en çok yarar sağlamayı benimsemek ve dolayısıyla en elverişli çözümü araştırmak önemlidir.

Bu çalışmada; üretim planlama ve doğrusal programlama hakkında genel bilgiler verilmiştir. Verilen bilgilerin işletme üzerinde uygulamasına yer verilmektedir. Yapılan çalışmada fabrikanın verileri talep tahminleri doğrultusunda kullanılarak kârı maksimum yapacak ürünlerin yıllık üretim planını verecek doğrusal programlama modeli oluşturulmaktadır. Problemin çözümünde WinQSB paket programı kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda ise ortaya çıkan sonuçlar incelenip bazı önerilerde bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Üretim Planlaması, Doğrusal Programlama, Talep Tahmini, Mobilya sektörü

## **ABSTRACT**

### **APPLICATION OF PRODUCTION PLANNING WITH LINEAR PROGRAMMING IN FURNITURE SECTOR**

**Hasan YILMAZ**

**Suleyman Demirel University, Department of Business Management**

**The Thesis of Post Graduate**

**Advisor: Assistant Professor Nuri ÖMÜRBEK**

Businesses, aiming at increasing their income by using their sources efficiently, carry out production in the framework of a certain plan and program. One of the most efficient methods to be used in solving production planning problem is linear programming technique.

In our age, at the issue of modern business management, linear programming is constantly mentioned. There is no doubt that the easiest, but the most effective, usage of time can be achieved by setting time-money correlation. To adopt the idea of benefiting from the time at most and so looking for the most suitable solution is significant.

In this study, general information about production planning and linear programming is given. The implementation of given information on a business is also included. In the study, by using the factory data in the same line with demand forecasting, linear programming model, which will give annual production plan of the products which will maximise the profit, is composed. WinQSB Packet Program is used in solution of the problem. At the end of the study, the outcomes are examined and some suggestions are given.

**Key Words:** Production Planning, Linear Programming, Demand Forecasting,  
Furniture Sector.



## GİRİŞ

Gelişen iç ve dış pazarlara ürün sunan işletmelerde verimliliği ve kaliteyi arttırmak amacı ile bilimsel esaslara dayalı üretim planlama yapısının oluşturulması, her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Modern imalat işletmelerinin tümünde üretim planlaması işlevi bulunmaktadır. Üretim sistemlerinin büyüklüğü, karmaşıklığı, işletme içi koordinasyon ve işletmenin çevreye olan bağımlılığı, üretim planlamasını vazgeçilmez kılmaktadır. Bu durum, gelecekteki üretim faaliyetlerinin veya miktarlarının düzeylerini ve sınırlarını belirlemeyi sağlamaktadır. Üretim planlamasının yapılması bazı alt işlevlerin yerine getirilmesi ve temel bilgilerin elde edilmesine bağlıdır. Bunlar, işyeri düzeni, makine ve insan gücü kapasitesi, satış tahminleri gibi planlamaya temel olacak faaliyetlerdir. Bu bilgilere dayanılarak üretime ilişkin planlar hazırlanmaktadır.

Günümüzde modern işletmecilik konusunda daima doğrusal programlamadan söz edilmektedir. Kuşkusuz zamanın en basit, fakat en etkili değerlendirilmesi, zaman para bağlantısı kurularak elde edilebilmesidir. Zamandan en çok yarar sağlamayı benimsemek ve dolayısıyla en elverişli çözümü araştırmak önemlidir.

Yapılan bu çalışmada mobilya sektöründe yatak üreten bir işletmede üretim planı doğrusal programlama modeli kullanılarak hazırlanmıştır.

Çalışma dört ana bölümden oluşmuştur.

Birinci bölümde üretim planlama konusu genel olarak ele alınarak; tanımı, önemi, fayda ve sakıncaları, uygulanışı, stratejileri ve uygulaması hakkında bilgi verilmektedir.

İkinci bölümde doğrusal programlama tekniği ve çözüm şekilleri hakkında bilgi verilmektedir.

Üçüncü bölümde; birinci ve ikinci bölümde verilen bilgilerin bir işletme üzerinde uygulamasına yer verilmektedir. Yapılan talep tahminleri doğrultusunda fabrikanın verileri kullanılarak kârı maksimum yapacak ürünlerin yıllık üretim planını verecek doğrusal programlama modeli oluşturulmaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde ise ortaya çıkan sonuçlar incelenip bazı önerilerde bulunmaktadır.

# BİRİNCİ BÖLÜM

## 1.ÜRETİM PLANLAMA

Her endüstriyel işletmenin amacı; mal ve hizmet üretim işlevlerini yürütmek ve bunların pazarlamasını sağlamaktır. Bu amacın sağlanmasında üretim öğelerinin sürekli olarak kullanılması gerekmektedir. Böylece örnek bir endüstri işletmesi için binalar, makineler, teknik tesisler, enerji, işgücü ve çeşitli türden hizmet çalışmaları gerekli olmaktadır. Bunlar üretimin amaçlarına göre işletmenin her bölümünde kullanılmaktadır. Kurumsal olarak incelendiğinde, üretim çalışmaları bir kombinasyon işlemidir. Bu kombinasyonda var olan tüm üretim öğeleri, maddeleri satışa hazır duruma getirmek üzere en sonuncu işleve değin birbirleriyle bütünleşmektedirler.<sup>1</sup>

Böyle bir çalışma önemli ve gerekli bir yönetim faaliyeti olan planlamayı gerektirmektedir. Çünkü en iyi amaçlara ulaşmak etkin ve gerçekçi planlara bağlıdır. Etkili bir plan uygun hedeflere, hedeflerin başarılmaları için yerine getirilmesi gereken faaliyetlere ve her faaliyetin düzgün ve etkin bir biçimde yapılması için yeterli ön sürelerle bağlı olarak yürütülmektedir. Aynı zamanda plan işletmenin üretim sorumlusu için uygulanabilir olmak zorundadır.<sup>2</sup>

Birçok firma yönetim ve üretim planlaması hakkında tam olarak doğru bilgilere sahip değildir. Finans ve pazarlama alanlarındaki yöneticiler için birçok alan bulunmakla birlikte, rekabete dayalı üretim planlamasında önem arz etmektedir.<sup>3</sup>

Üretim, hizmetten daha çok fiziki birimlerin sağlanması ve birleştirilmesiyle ilgilidir. Dolayısıyla üretim belirli bir grup girdiyi, belirli bir çıktıya çevirme işlemi ya da yöntemidir. Özellikle sanayi işletmelerinde, hammadde ya da yarı mamullerin biçim ve yapılarının değiştirmesini ifade etmektedir.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> DEMİR Hulusi ve GÜMÜŞOĞLU Şevkinaz, **Üretim İşlemeler Yönetimi**, 4.Baskı, Beta yayınları, İstanbul, 1994, s.379

<sup>2</sup> VOLLMAN Thomas E., BERRY William L., WHYBARK D. Clay, **Manufacturing Planning and Control Systems**, 4. th Edition, McGraw-Hill, New York, 1997, s.270

<sup>3</sup> SILVER Edvard A., PYKE David F., PETERSON Rein, **Inventory Management and Production Planning and Scheduling**, 3rd Editions, John Wiley and Sons, New York, 1998, s.5

<sup>4</sup> GÜRDOĞAN Nazif, **Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama ve Demir Çelik Sektöründe Bir Uygulama**, Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No:473, Ankara, 1981, s. 15

İşletmelerin üretim planlarının amaçlarına uygun olarak hazırlanabilmesi, üretim faaliyetlerinde etkinliğin sağlanabilmesini de etkileyebilmektedir. Üretim planlamasında, amaçlara ulaşabilmek için birçok kriteri en uygun şekilde sağlayabilecek ve optimum faydayı sağlayabilecek farklı modellerden yararlanılmaktadır.<sup>5</sup>

Sanayi işletmeleri üretim faaliyetlerini; fiyat, kalite, zaman, üretim kapasitesi, hammadde v.b. sınırlayıcı şartlar altında sürdürürler. Bu sebeple üretime geçmeden önce, üretim faaliyetlerinin nerede ve nasıl ve kim tarafından yapılacağı, neler üretileceği, üretilecek olan mamul ya da mamullere ilişkin sürelerin belirlenmesi gibi işlemlerin yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla sanayi yöneticileri önceden üretim planlaması yaparak, mevcut kaynakları rasyonel ve etkili bir şekilde kullanabilirler.<sup>6</sup>

### 1.1. ÜRETİM PLANLAMANIN TANIMI

Üretim planlaması, gelecekte üretilecek mamul veya mamuller için gerekli olan olanakların, izlemesi gereken politika ve üretim süreçlerinin önceden belirlenmesi demektir.<sup>7</sup> Üretim planı, imalat ve diğer alanlar arasında olduğu gibi üst yönetim ile işbirliği içerisindedir.<sup>8</sup>

Endüstriyel bir malın üretimini yapmak için oluşturulmuş bir işletmenin en önemli bölümlerinden biri üretim bölümüdür. Özellikle son yıllarda gerçekleşen teknolojik gelişmeler, bilgisayar ve robotların kullanımı üretim yöntemlerinde ve donatım araçlarında yapılan köklü değişiklikler ve ortaya konulan yeni görüşler üretim bölümünün önemini daha da arttırmış ve bütün bunlar üretim işlevlerinin yönetimi üzerinde etkilerini göstermiştir. Üretim aşağıdaki yollardan biri ya da bazılarının birleşimi ile sağlanabilir:<sup>9</sup>

- *Parçalara ayırma yolu ile biçim verme*: Bir parçayı girdi olarak kullanarak çeşitli çıktılar elde etmektir. Biçim verme genellikle girdinin fiziksel olarak biçim

---

<sup>5</sup> ERGÜLEN Ahmet ve GÜRBÜZ Esen, **İnşaat ve Enerji Sektöründe Beton Direk Üretimi Planlamasına Örnek Bir Model Önerisi**, Tamsayılı Doğrusal Programlama, Yönetim Ve Ekonomi Dergisi, Celal Bayar Üniversitesi, İktisadi İdari Birimler Fakültesi Dergisi, Cilt 13, Sayı 1, 2006, ss. 1-15.

<sup>6</sup> TEKİN Mahmut, **Üretim Yönetimi**, Cilt 1, 3.Baskı, Konya, 1996, s.247

<sup>7</sup> ÖZGEN Hüseyin, **Üretim Yönetimi**, Bizim Büro Yayın Evi, Adana, 1987, s.150

<sup>8</sup> VOLLMAN, BERRY, WHYBARK D., s.271

<sup>9</sup> DEMİR ve GÜMÜŞOĞLU, s.379

değiştirmesi (fiziksel durumun ya da geometrik biçimin değişmesi) şeklinde olmaktadır. Örneğin; bıçkı fabrikasında kereste yapmak gibi.

- *Birleştirme ya da bir araya getirme yolu ile biçim vermek*: Bu tür, parçaların girdi olarak kullanılarak endüstriyel ürünün çıktı olarak elde edilmesi ile oluşmaktadır. Örneğin otomobil, televizyon, video, mobilya v.b. maddelerin yapımı.

- *Servis ya da hizmet yoluyla*: Örneğin bankalar, sigortalar, hastaneler, oteller, ulaşım v.b. gibi.

Planlama, üretilecek olan ürün ve üretim kaynakları hakkındaki verilerin analizi ile başlar. Bu veriler sayesinde belirlenmiş olan hedeflere en verimli ve etkili şekilde ulaşmak üzere işletme kaynaklarının kullanımı bir program hazırlanarak ana hatları ile verilir. Diğer bir ifade ile; üretim planı, çeşitli imalat bölümleri için alt hedefleri, önceden tespit edilmiş zaman devreleri cinsinden ortaya koymaktadır. Bu alt hedeflere ulaşması da üretim sisteminin ana hedefinin gerçekteşmesini desteklemektedir. İşlemler sırasıyla ve üretim planında belirlenmiş olan detaylara göre yerine getirilmektedir.<sup>10</sup>

Kaynakların kısıtlı ve önemli birer maliyet unsuru olduğu durumlarda işletmelerin faaliyetlerinde “verimlilik” daha da önem kazanmaktadır. Başarının en önemli göstergesi haline gelen verimliliğin koşulu ise başta planlamadır. Planlama verimliliği arttırmakta yani kısıtlı olan üretim faktörlerinin ekonomik kullanımına olanak sağlamaktadır.<sup>11</sup>

Üretim planlaması, gelecekteki üretim faaliyetlerinin ve miktarlarının sınırlarını ve düzeylerini belirleyen bir fonksiyondur. Üretim planlaması, işletmenin mevcut kaynaklarını istenen kalitede mamullerin üretilebilmesi konusunda karar alma işlemidir. Bir başka ifadeyle üretim planlaması, işletmenin üretim faaliyetlerinin istenilen miktar, kalite, yer ve zamanda; kimler tarafından nasıl, ne şekilde ve ne zaman yapılacağına ilişkin faaliyetlerden oluşmaktadır.<sup>12</sup>

İşlevsel planların tutarlılığındaki temel ilke, genel yönetim seviyesindeki kararlılığa bağlıdır. Örneğin, piyasayı güçlendirmek için yeni bir fırsat var ve piyasa

---

<sup>10</sup> ACAR Nesime, **Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları**, 2. Baskı, MPM Yayınları, Ankara, 1985, s.19

<sup>11</sup> CANKURT Murat ve KONAK Kezban, **Ziraat Fakóltesi Uygulama Çiftliğinde Tarla Bitkileri Şubesi Üretim Planlaması**, Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakóltesi Dergisi, 1(2), 2004, ss. 51 - 56

<sup>12</sup> TEKİN, s.247

bunun için ekstra bir üretim talep ediyor ise bu yalnızca belirlenen üretim planı ile bazı üretim gruplarında üretimi azaltarak başarılabilir.<sup>13</sup>

## 1.2. ÜRETİM PLANLAMASININ ÖNEMİ

Sanayi işletmeleri oldukça dinamik bir ortamda çalışmalarını devam ettirmektedirler. Bu nedenle ileriye dönük çalışmalarının önceden tasarlanması, seçeneklerinin bulunması, belirlenmesi ve tespiti ile beklenen sonuçların neler olabileceğinin önceden tahmin edilmesi zorunludur. Bunun için geçmişteki verilerin analizi, mevcut durumun tespiti ve geleceğe dönük projeksiyonların yapılması gerekmektedir. Üretim planlaması, işletmenin kaynakları ve bunların gelecekte istenilen nitelik ve nicelikte ürünlerin üretimi için dağıtılması konusunda karar alma işlemidir. Alınan kararlar işletmede satın alma, pazarlama, kontrol ve finansman gibi bütün işletme fonksiyonlarıyla yakından ilgilidir. Ancak gelecek hakkında alınacak kararlar tahmin gerektirmektedir. Dolayısıyla ileride ortaya çıkabilecek olayları önceden tespit etmek zordur. Sonuca ulaşmak için çeşitli analizler yapılmakta, modeller kurulmakta ve amaca uygunluğu araştırılmaktadır. Planlarla elde edilen sonuçların amaca uygunluğu ve bunun gerçekleştirilmesi, işletme yönetiminin temel konuları arasındadır. Uygunluk hem planlarda hem de işletme faaliyetlerinde yapılacak değişikliklerle sağlanabilmektedir. Ancak tam bir uygunluğa ulaşmak her zaman kolay ve mümkün değildir.

Karar almada, tahmin metotlarından faydalanmada esas; geçmişte tespit edilen ve meydana gelen olayların belirli bir eğilim içinde bazı sapmalarla birlikte gelecekte tekrarlanacağıdır. Bu nedenle belirsizliğin alt limite çekilmesi ve hazırlanacak planların objektif metot ve kriterlere dayalı olması zorunlu olmaktadır. Geçmişteki verilerin analizi temel amaç değil geleceği görmede araç olarak kullanılması unutulmaması gereken bir noktadır. Bu nedenle gelecekte faaliyetlerin sınırları amaca uygun bir biçimde belirlenebilir.<sup>14</sup>

Teknolojinin hızlı gelişmesi ve değişmesi, üretim faaliyetlerinin karmaşıklığı ve koordinasyon zorluğu, üretim faktörlerinin ekonomik olarak kullanılma zorunluluğu ve gerekliliği, işletmelerin birbirinden tam bağımsız olarak faaliyet

---

<sup>13</sup> VOLLMAN, BERRY, WHYBARK, s.270

<sup>14</sup> GÜRDOĞAN, s.15,16

göstermeleri v.b. nedenlerle üretim planlaması her işletme için hayati önem taşımaktadır.<sup>15</sup>

Üretim planlaması, üretim sistemlerinin gelişmesine ve değişmesine paralel olarak daha çok önem kazanmaya başlamıştır. Modern bir işletmede, üretim planlamasının ön plana çıkmasını sağlayan faktörler şu şekilde sıralanabilir;<sup>16</sup>

- İşletmedeki faaliyetlerle ilgili koordinasyon zorluğu,
- İşletmeler arasındaki ilişkilerin gelişmesi ve rekabet durumu,
- Üretim sisteminin yoğunluğu ve karışıklığı,
- Tüketici zevk ve tercihlerinin sürekli değişmesi,
- Teknoloji v.b. sebeplerle hizmet, kalite ve fiyat rekabetinin artması ve zorlanması,
- İşletmenin ekonomik üretim düzeyinde faaliyette bulunmasını sağlamak amacıyla, malzeme, hammadde, makine saati ve işgücü kayıplarının minimum düzeye indirilmesinin sağlanması.

Üretim planlamasıyla işletmenin mevcut kaynakları en etkili şekilde kullanarak ve üretim kayıpları minimum düzeye indirilerek istenilen kalite düzeyinde üretim yapılabilir. Bu sebeple çok sayıda standart olarak üretilen mamullerin üretim planlamasının yapılması ön planda tutulmaktadır. Üretim planlamasıyla; üretim ve stok seviyelerinin tespiti, minimum maliyetle üretim işlemlerinin sıralanması ve sistemin kurulması, hammaddelerin zamanında ve istenilen miktarda temini, yeni makine, tezgah ve ekipmanların alınması ve ek kapasitelerin tespiti gibi problemler çözülmeye çalışılmaktadır.

Sanayi işletmelerinin istenilen kapasite düzeylerinde ve verimli bir şekilde çalışabilmeleri için finansman kaynağına ihtiyaç bulunmaktadır. İşletmelerde yeni finansman kaynaklarının en sağlam ve rasyonel olanı, üretim faaliyetleri sonucunda elde edilen kârlar olmaktadır. İşletmenin kârlarını arttırabilmeleri mevcut ve yeni mamullerin üretimlerinin planlanması ve yeni mamullerin geliştirilmesi ile mümkün olmaktadır.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> ASLAN Demir, **Üretim Planlama ve Kontrol**, İstanbul Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yayın No:1339, İzmir, 1981, s.3

<sup>16</sup> TEKİN, s.248

<sup>17</sup> TEKİN, s.248

### 1.3.ÜRETİM PLANLAMASININ AMACI

Üretim planlamasının amacı üretim sürecinde yapılmakta olan işlemleri minimum maliyetle gerçekleştirerek ve zamanında üretim yapılmasını sağlayarak müşteri taleplerini memnun edici şekilde karşılamaktır. Üretim planlamasının bu amaçları gerçekleştirebilmesi için aşağıdaki işlemleri sağlaması gerekmektedir.<sup>18</sup>

- Hammadde, yardımcı malzeme ve üretim malzemelerini istenilen miktar, zaman ve yerde hazır bulundurmak,
- Mevcut makine, araç-gereç işgücü ve teçhizatı iş akışı ve iş sıralamasına göre optimum şekilde kullanarak üretim yapmak,
- Pazarlama araştırması bilgilerine göre kalite standartlarından ödün vermeden üretim yapmak,
- İşgücü verimliliğini en yüksek seviyeye çıkarmak,
- Üretim sistemiyle diğer bölümler ve sistemler arasında sıkı bir işbirliği kurmak,
- Siparişleri zamanında karşılamak için üretim programlaması yapmak,
- Üretilen mal ve stokları müşteri taleplerini karşılayacak şekilde tutmak,
- Malın dağıtım ve pazarlamasını etkin ve istenilen bir şekilde yapmaktır.

Üretim planının amaçlarından biri de üretimin başlangıç aşamasından son aşamasına kadar malzeme ve işgücünün düzenli olarak akışını sağlamaktır. Makine ve teçhizatın bu esasa uygun olarak yerleştirilmesi üretim planında dikkate alınmaktadır.<sup>19</sup> Üretim planlamasının amaçlarına ulaşılabilmesi ve işlerin başarıyla devam edebilmesi için öngörülen koşulları üç ana grupta toplamak mümkündür. Bunlar;<sup>20</sup>

-*Etkili bilgi toplama ve akış sistemi*: Her fonksiyon veya bölüm, diğerleri için tamamlayıcı bir fonksiyondur. Dolayısıyla bölümler arasında sürekli bilgi alışverişi olmalıdır, ancak böylelikle etkili koordinasyon ve kontrol sağlanmış olur.

---

<sup>18</sup> TEKİN Mahmut, **Üretim Yönetimi**, Cilt 1, 5.Baskı, Eğitim Yayınevi, Konya, 2004, s.140.

<sup>19</sup> TATAR Tevfik, **Üretim Yönetimi ve Teknikleri**, Adana, 1973, s. 23

<sup>20</sup> YELKEN Nurettin ve DEMİR Hulusi, **Üretim Planlaması ve Kontrolü**, Ege Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları No:133/2, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir, 1978, s. 38

*-Standart zaman ölçüleri:* İşlemlerin ne kadar süreceği tam belirlenemiyorsa, üretim planlamasının yapılması hemen hemen imkansız hale gelmektedir. Standart zaman ölçüleri olmadan üretim planlaması gerçekleşemez.

*-Üst kadememe yöneticileri:* Hiçbir sistem üst kademe yöneticilerinin desteği ve teşviki olmadan yaşayamaz. Yöneticilerden yoksun yapılan plan etkisizdir.

#### **1.4.ÜRETİM PLANLAMA SİSTEMİNİN TEMEL ELEMANLARI**

Her üretim sisteminde, farklılık göstermesine rağmen, üretim planlama ve kontrol sürecinin elemanları genel olarak üç ana başlık altında incelenebilir.<sup>21</sup>

**-Ön Planlama:** Satış tahminleri, mamul geliştirme ve tasarımı, tesis yatırım politikası işyeri düzeni gibi konuları içermektedir.

**-Planlama:** Kaynaklara yönelik planlama ve yapılacak işlerin planlaması olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

**-Kaynaklara Yönelik Planlama:** Malzeme, metot, makine, insan gücü planlamasını içermektedir.

**-Malzeme planlaması:** Üretimin çeşitli aşamalarında gerekli hammadde, yarı mamul, parça gibi girdilerin, istenilen miktar, kalite, yer ve zamanda temin edilmesini sağlamaktadır.

**-Metot Tasarımı:** Alternatif üretim metotlarının incelenmesi ve bunların mevcut üretim imkânları çerçevesinde en iyisinin seçilmesi ve standart hale getirilmesidir.

**-Makine ve işgücü planlaması:** Üretim için gerekli makine, yardımcı alet ve teçhizatın istenilen zamanda ve yeterli miktarda ve kalitede hazır olması çalışmaları da bu planlamanın içeriğine dâhildir.

**-Yapılacak İşlerin Planlaması:** Rotalama, tahmin, programlama konularını içermektedir.

**-Rotalama:** Üretim tesisi içerisindeki iş akışının belirlenmesi çalışmalarını kapsamaktadır.

---

<sup>21</sup> ACAR, s. 20



-**Tahmin:** Bu planlama elemanı yapılacak işlerin süresinin tahminine yönelik çalışmaları içermektedir. Zaman etüdü teknikleriyle tahmin edilen zaman standartları, üretim planının zaman boyutunu oluşturduğundan bu standartların gerçeğe yakın olmaları şarttır.

-**Programlama:** Yükleme ve çizelgeleme elemanlarından oluşmaktadır. Yükleme, tezgâhlara iş dağıtım çalışmaları içermektedir.

-**Kontrol:** Üretim kontrolü elemanları, dağıtım, takip kontrol, muayene ve değerlendirme olarak tanımlanmaktadır. Kontrolün en önemli fonksiyonu, üretimdeki aksamaların ve plandan sapmaların belirlenmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılabilmesi için bilgi geri iletiminin oluşturulmasıdır. Planlanan üretim faaliyetlerinin gerçekleşen üretim faaliyetleri ile karşılaştırılmasını sağlamaktadır.

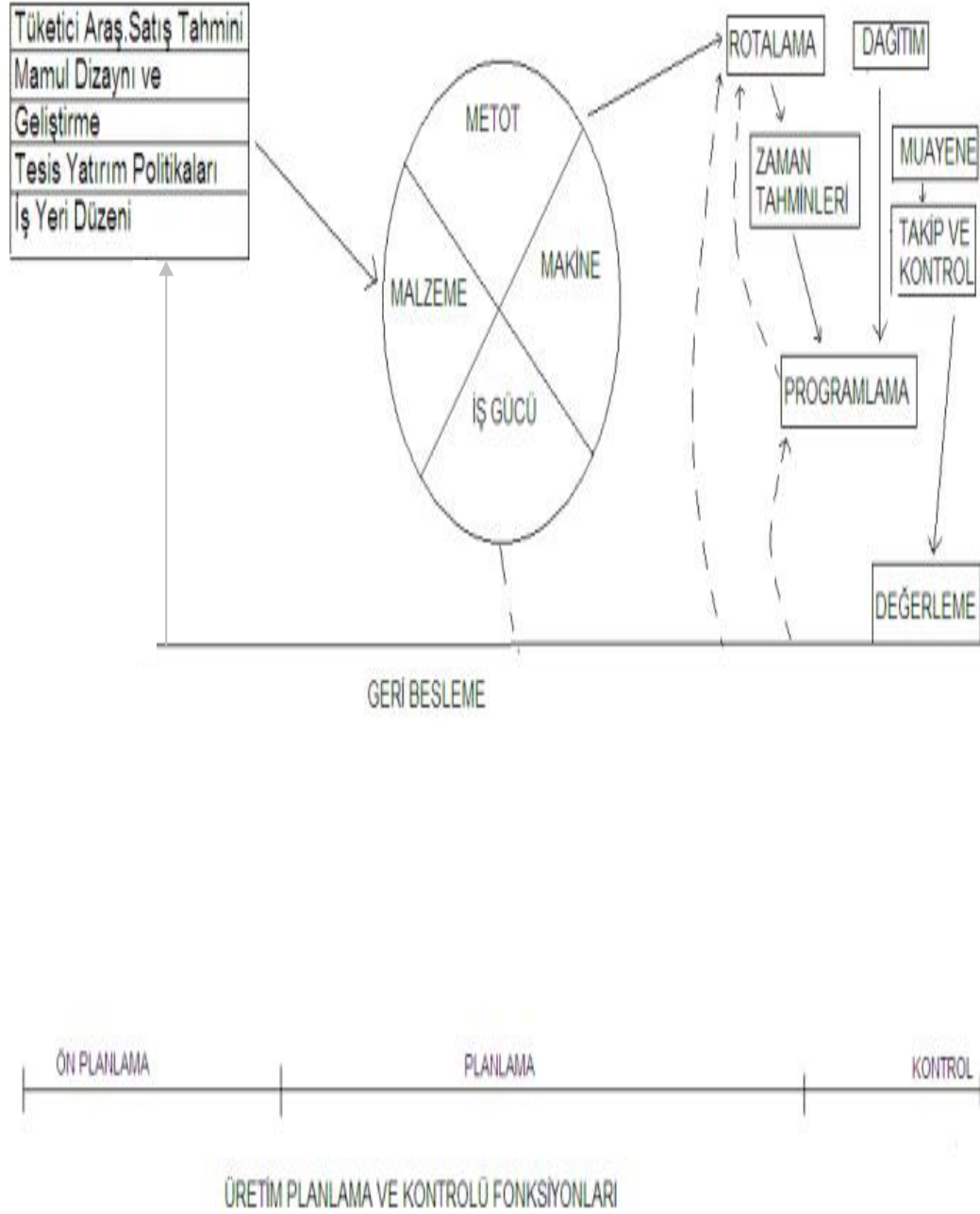
-**Dağıtım:** Üretim planında belirlenen işlerin tezgahlara ve iş merkezlerine dağıtılarak, gerekli malzeme, alet ve teçhizatın gerekli yerlere istenilen zamanda ulaştırılması çalışmaları dağıtım elemanını oluşturmaktadır.

-**Takip-kontrol:** Dağıtım yapılan işlerin zamanında bitip, gecikmelerin önlenmesi çalışmalarını içermektedir.

-**Muayene:** Üretilen ürün miktarının ve kalitesinin kontrolü olarak tanımlanmaktadır.

Şekil 1.1’de üretim planlama ve kontrol sürecinin elemanları verilmiştir.

**Şekil 1.1: Üretim Planlanma Ve Kontrol Süreci**



**Kaynak:** ACAR Nesime, *Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları*, 2. Baskı, MPM Yayınları, Ankara, 1985, s.21

Ayrıca, üretim planları oluşturulurken planlama aşamasında, sadece ön planlama alanındaki unsurlar, bazı istisnai durumlarda yeterli olmamakta; bunların dışında da aşağıdaki gibi hususların da dikkate alınarak, toleranslar belirlenmesi gerekmektedir. Bunlar:<sup>22</sup>

- Resmi tatil günleri,
- İş yasaları ve (varsa) toplu iş sözleşmeleri,
- Öğrenmeden kaynaklanan verimlilik artışları,
- Mevsim koşullarına bağlı olarak oluşabilecek tedarik sıkıntıları.

### 1.5. ÜRETİM PLANLAMASININ FAYDALARI VE SAKINCALARI

Üretim planlaması işletmenin büyüme ve gelişme olanaklarının en etkili bir aracıdır. İşletmede üretimin nasıl, ne zaman, ne şekilde yapılacağını gösteren işletmeler için adeta kılavuz niteliğindedir. Bu bakımdan işletmeye büyük yarar sağlamaktadır.<sup>23</sup> Üretim planlarının yardımı ile işletmedeki iş akışının bir düzene sokulması hızlanması ve işletme içi tüm çalışmaların koordine edilmesi sağlanmış olur. Ayrıca planlar, beklenmedik olayların işletmeye olan sakınca ve etkilerini en küçük düzeye indirilmesi bakımından da büyük önem taşımaktadır.<sup>24</sup>

Üretim planlaması, üretim sürecinde yapılmakta olan işlemlerin daha ekonomik ve verimli olarak yapılmasını sağlar. Mevcut üretim faktörlerini etkin ve verimli kullanmayı sağlayan üretim planlamasıyla üretim maliyetleri minimum düzeye indirilebilmektedir.

Günümüz işletmeleri ileri teknoloji kullanarak pazardaki tüketicilerin talebini karşılamak ve izlemek durumundadır. Yeni ve gelişmiş malların üretilmesi ve mevcut mallarda birtakım değişiklikler yapılarak geliştirilebilmesi için üretim planlaması yapılmalıdır. Üretim planlaması işlemiyle üretim hatlarının ve işletmenin yeni mamullerin üretimine uygun olarak tasarımı yapılabilir.<sup>25</sup>

---

<sup>22</sup> BÜYÜKKEKLİK Mustafa, **Üretim Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama Modellerinin Kullanımı: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama**, Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2007, s.16

<sup>23</sup> TATAR, s. 39

<sup>24</sup> YELKEN ve DEMİR, s. 30

<sup>25</sup> TEKİN, s.255

İşletmelerde üretim planlamasının belirli planlara uygun olarak yapılması gerekmektedir. İşletmelerde planların sağladığı başlıca faydalar şunlardır:<sup>26</sup>

-İşletme yöneticisinin geleceği daha net görmesini ve sağlıklı tahminlerde bulunması,

-İşletme faaliyetlerinin koordine edilmesi,

-İşletmede kontrol standartlarının etkili şekilde geliştirilmesi,

-İşletmenin amaçlarını gerçekleştirmesi,

-İşletme yöneticilerinin beklenmeyen değişikliklere karşı hazırlıklı olması,

-Planlamayla yöneticilerin karşılıklı olarak sorumluluk almaları.

Sakıncaları ise aşağıda belirtilmiştir.

Üretim planlaması, yüksek nitelikli ve deneyimli personel gerektiren masraflı bir faaliyet olduğundan; önemli zaman ve maliyet harcanması gerekmektedir. Nitelikli eleman kullanılmadığında, gerçekçi hedefler yerine dilek ve istekler sağlanmış olur; bu da başarı şansını azaltmaktadır. Günümüzde birçok alanda hızlı değişimlerin olduğu göz önünde bulundurulursa, planlama yaparken bu değişimler karşısında ve rekabet ortamında rakiplerle rekabet edebilmek için hızlı kararlar alınması gerekmektedir. Alınan bu hızlı kararların da tutarlı ve isabetli olmasına dikkat edilmelidir. Plan, uygulayan kişileri zaman zaman otomatik hale getirebilmektedir. Kişiler karar alma ve inisiyatif kullanma güçlerini kaybedebilmektedirler. Pasif ve sorumluluk almaktan kaçınan kişiler için planlar büyük kolaylık sağlamasına rağmen, girişimci kişileri kısıtladığı için de dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu kişiler dikkate alınarak, planlama yaparken tüm personelin katılımı sağlanarak planlama yapılmasına özen gösterilmelidir. Plan yaparken gereğinden fazla geleceğe dönüldüğünde bugün yerine getirilmesi gereken faaliyetlerde aksamalar oluşmaktadır. Plan yaparken ne çok uzun, ne de çok kısa zaman dilimi belirlenmelidir. Süreyi uzatmak planın tutarlılık derecesini azaltacağı gibi, süreyi kısaltmak da planın gerçekleşme ihtimalini ve yararını azaltacaktır. Bu nedenle optimal süre belirlenmelidir. Plan belirli bir çalışma düzenini ortaya çıkardığından çalışanlarda değişime ve gelişmelere karşı direnme eğilimlerine neden

---

<sup>26</sup> TEKİN, s.256

olmaktadır. Bu durumu önlemek için planda belirli aralıklarla revizyona gitmek gerekmektedir.<sup>27</sup>

### 1.6. ÜRETİM PLANININ HAZIRLANIŞI

Üst düzey yöneticiler, hazırlanan alternatif üretim planları arasından işletme için en uygununu seçmektedir. Alternatif planları alt kademe yöneticileri hazırlamaktadır. Ancak planların hazırlanmasında üretim yöneticisinin başkanlığında işletme bilgisine sahip, konu ile ilgili temel fonksiyonlardan sorumlu yöneticilerden kurulacak bir kademe görev almasında yarar vardır.<sup>28</sup> Üretim planlarının hazırlanması için gerekli bilgiler arasında en önemlisi talep tahminleridir. Bunun nedenleri; talebin kontrol edilemeyen bir faktör olması ve tüketici isteklerinin karşılanmasında oynadığı roldür. Bir üretim planlamasında uyulması gereken prensipler;

- Uygun planlama periyodunun belirlenmesi,
- Uygun mamul gruplarının hazırlanması,
- Kısıtlayıcı faktörlerin bilinçli olarak hesaba katılması.

Bu kriterlere göre hazırlanan bir üretim planı; belirli zaman dilimlerindeki üretim miktarını, tüm işletmeyi kapsayan iş yükü dağıtım düzeyini belirleyen bir araç olmaktadır. Üretim planları bir yandan çalışanlara o gün ne yapacağını bildiren iş emirlerinin içeriğini bildirirken diğer yandan her düzeydeki yöneticiye yol gösteren etkili bir kontrol aracı niteliğini taşımaktadır.<sup>29</sup>

Sürekli üretim yapan, mamul çeşidi fazlalığı ve talep dalgalanmaları nedeni ile stok bulundurma zorunluluğunda olan bir imalat işletmesinde üretim planlarının hazırlanması için yapılacak işler şöyle sıralanabilir:<sup>30</sup>

-Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı belirlenir. İşletmeler birer aylık dönemler halinde üretim planı yaparak bir yıllık üretim planı hazırlarlar. Bir yıllık

---

<sup>27</sup> AKINCI Eda, **Bir Tersanenin Üretim Planlamasının Hazırlanması**, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2008, s 6.

<sup>28</sup> TATAR, s. 25

<sup>29</sup> KOBU Bülent, **Üretim Yönetimi**, 13. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 2006, s. 428

<sup>30</sup> TEKİN, s.142

planlar üçer aylık dönemler halinde aylara ve haftalara göre program biçiminde hazırlanır.

-Ekonomik stok düzeyleri belirlenir. Ekonomik stok düzeyi talep tahminleri ve işletmenin stok politikalarına göre hesaplanır.

-Talep tahminleri oluşturulur. İşletmenin piyasadaki müşteri talebini tespit etmek amacıyla bir yıllık dönem için talep tahmini yapılarak, aylara ve haftalara dağıtımı yapılır.

-Üretim planı dönemi başındaki ve sonundaki stok miktarları arasındaki fark hesaplanır. Planlama dönemi başındaki stok miktarı ve emniyet stokları ile dönem sonunda depolarda bulunacak stok miktarı hesaplanır.

- Planlama dönemi başındaki ve sonundaki stok miktarı arasındaki fark hesaplanır.

- Planlama dönemi içinde üretilmesi gerekli miktar bulunur.

- Üretilmesi gerekli miktar planlama dönemlerine paylaştırılır.

Üretim planlamasında, uygulamada genellikle haftalık planlama yapılarak aylık ve üçer aylık dönemlerde üretilmesi gereken miktar hesaplanabilir. Yukarıdaki işlemlere göre yapılan üretim planları, üretimin belirli bir zaman aralıklarına göre yapılmasını sağlayıp iş yükünü dengeleyecektir. Üretim planları işletmelerin her kademesinde bulunan personel tarafından kullanılan önemli bir denetim ve kontrol aracıdır.

Üretim planlamasında, haftalık planlama yapılarak aylık ve üçer aylık dönemlere ilişkin üretilmesi gereken miktar hesaplanabilir. Planlama dönemiyle ilgili stok düzeyleri ve talep tahmini belli olduğu takdirde, haftalık üretim miktarı aşağıdaki formülle bulunabilir.<sup>31</sup>

$$R = \frac{S_2 - S_1 + \Sigma F}{N}$$

---

<sup>31</sup> TEKİN, s.143

Formülde kullanılan notasyonların anlamları şöyledir:

$R$  = Haftalık üretim miktarı

$S_1$  = Dönem başındaki stok

$S_2$  = Dönem sonunda bulunması istenilen stok

$\sum F$  = Planlama dönemindeki toplam tahmini satış

$N$  = Planlama dönemindeki hafta sayısı

Belirtilen bütün hesaplamalar ve ortaya çıkan üretim planları satış tahminlerine dayanmaktadır. Fiili satışların tahminlerle aynı olması zayıf bir olasılıktır. Dolayısıyla fiili stok düzeylerinde planlanandan farklı olacaktır. Fiili durumun en kötümser tahminlere göre gerçekleşmesi halinde güvenlik stokunun ihtiyaca cevap verebilmesi önem taşımaktadır. Diğer taraftan, planlanan değerlerin fiili değerlerden her iki yönde ve sık sapma göstermesi, tahminlerin duyarlı yapılmadığının göstergesidir. Bu takdirde, planlamadan sağlanan yararlar gerçekleşmemekte ve etkili olmamaktadır.<sup>32</sup> Üretim planları talep tahminleri sonucunda elde edilen bilgilere göre hazırlanmaktadır.

### 1.6.1 Talep Tahminleri

İşletmenin üretmiş olduğu mal ve hizmetlere olan talebin gelecek dönemler için tahmin edilmesi işlemine talep tahmini denilmektedir. Talep tahminleri işletmenin kuruluş aşamasından başlayarak, fabrika yeri, kapasite kullanımı, stok kontrolü, mamul dizaynı, fiyat belirlemesi, kalite kontrolü, üretim planlama ve kontrolü, makine araç gereç seçimi ve işyeri düzenlemesi gibi pek çok faaliyeti doğrudan ilgilendirmektedir. İşletmenin gelecekteki faaliyet planlaması, talep tahminleri sonucuna göre yapılmaktadır.<sup>33</sup>

Gelecekteki üretim faaliyetlerinin planlanmasında ilk hareket noktası üretilmesi gereken veya istenen miktardır. Üretilmesi düşünülen mamule ne kadar talep olacağı bilinmeden herhangi bir planlama yapılamamaktadır. Hammadde, yedek parça, yarı mamul, makine, işgücü ve yatırım ihtiyaçlarının saptanmasında temel veri talep tahminleridir. Orta büyüklükte bir imalat firmasında talep

---

<sup>32</sup> KOBU, s. 432

<sup>33</sup> TEKİN, s.210

tahminlerinin satış veya varsa pazarlama departmanının başlıca görevi olduğu söylenebilir. Ancak sonuçları kullanma açısından üretim planlama ve kontrolün konuyla ilgisinin daha fazla olduğu söylenebilir.<sup>34</sup>

Talep tahminleri; zaman aralığı, kullanma amacı, mamul cinsi, hesaplama tekniği gibi çeşitli kriterlere göre sınıflandırılmaktadır. En çok kullanılan sınıflandırma kriteri tahminlerin kapsadığı zaman aralığıdır. Zaman aralığına göre yapılan sınıflandırmada yer alan talep tahmin çeşitleri aşağıdaki gibidir;<sup>35</sup>

-*Çok kısa vadeli tahminler*: Haftalık, hatta günlük olarak parça, malzeme ve mamul stoklarının kontrolü veya montaj hattı iş programlarının hazırlanması amacı ile yapılmaktadır. Daha çok işletme içi verilerden yararlanılmaktadır.

-*Kısa vadeli tahminler*: En uygun imalat parti hacimlerinin, tedarik zamanlarının ve sipariş büyüklüğünün saptanması amacına yöneliktir. Ayrıca makineler iş yükleme ve insan gücü ihtiyaçlarının tespiti faaliyetlerine veri hazırlamak için de yapılmaktadır. Genellikle üç-altı aylık bir süreyi kapsamaktadır.

-*Orta vadeli tahminler*: Tedarik süresi belirsiz veya uzun olan malzeme alımlarının, üretim süreci karmaşık mamullere ait imalat faaliyetlerinin, talebi mevsimsel dalgalanma gösteren mamul stoklarının planlanması amacına hizmet ederler. Altı aydan başlayarak beş yıla kadar uzanan bir süreyi kapsamaktadır.

-*Uzun vadeli tahminler*: İşletme tesislerinin genişletilmesi, yeni makine alınması gibi yatırım planlamasını ilgilendiren konulara veri sağlama amacını taşımaktadır. Beş yıl veya daha uzun bir süre için yapılmaktadır.

Talep araştırmasında yapılacak işlemler sırasıyla aşağıda belirtilmektedir;<sup>36</sup>

-*Bilgi Toplaması*: Araştırmanın değerini veya geçerliliğini etkileyen son derece önemli bir aşamadır. Gerçekten işe yarayacak bilgilerin toplanması işletmenin kayıt sisteminin iyilik derecesine bağlıdır. Geçmişe ait satış, tedarik, işlem zamanı ve maliyet kayıtları olmadan geleceği tahmin etmek oldukça zordur.

-*Talep Tahmin Periyodunun Tespiti*: Talep araştırması sonuçlarının kullanılış amacı ile periyodun uzunluğu arasında yakın bir ilişki vardır. Örneğin, günlük iş

---

<sup>34</sup> KOBU Bülent, **Üretim Yönetimi**, İstanbul Üniversitesi. İşletme Fakültesi, İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı;Yayın No. 04, 10.Baskı, İstanbul, 1998, s.80

<sup>35</sup> KOBU Bülent, **Üretim yönetimi**, 14.Baskı, Beta Yayınları, İstanbul, 2008, s.112

<sup>36</sup> KOBU, s.82



emirlerinin hazırlanmasında yararlanılacak tahminlerin aylık periyotlar için yapılması son derece yanıltıcı sonuçlar vermektedir. Zira günlük değerlerdeki oynamalar aylık periyotlarda tamamen kaybolmaktadır.

*-Tahmin Yöntemin Seçimi Ve Hata Hesabının Yapılması:* Toplanan bilgilerin belirsizlik, duyarlılık, değişim biçimi gibi nitelikleriyle uygulama amaçları kullanılacak yöntemin seçiminde göz önüne alınması gereken faktörlerdir. Duyarlı olmayan bilgilere çok ayrıntılı sonuçlar veren yöntemlerin uygulanması gibi çelişkili davranıştan kaçınılmalıdır.

*-Tahmin Sonuçlarının Geçerliğinin Araştırılması:* Çeşitli bilgilere dayanılarak yapılan tahminlerle gerçek değerler arasındaki farkların sistematik biçimde tespiti ve nedenlerinin araştırılmasından oluşmaktadır.

İşletmelerin ürettikleri mal ve hizmetlerin birbirlerinden farklı olması, kullanılan talep tahmin metotlarının da farklı olmasını gerektirmektedir. Tüketici davranışlarının birbirinden farklı olması bir tek talep tahmin metodunun kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Piyasadaki değişime göre farklı şekillerde uygulanan değişik tahmin metotları bulunmaktadır. Uygulamada en çok kullanılan bazı yöntemler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

### ***- Zaman Serileri Analizi***

Zaman serileri analizinde; işletmenin geçmiş satışları incelenerek, belirli bir trend olup olmadığı belirlenerek, gelecek ile ilgili talep tahmin işlemi yapılmaktadır.<sup>37</sup>

Zaman serileri; iki değişken arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığının araştırılmasıdır. Geçmiş döneme ilişkin yeterli sayıda talep verileri mevcut ise, zaman serisi analizi yapılabilmektedir. Zaman serisinin analizinin amacı, eski verilerin ileriye doğru projeksiyonu alınarak yeni değerlerin bulunmasıdır. Zaman serilerinde görülen dalgalanmaların dört nedeni bulunmaktadır. Bunlar; trend, mevsim dalgalanmaları, konjonktür dalgalanmaları ve arıza dalgalanmalar şeklinde sıralanabilir. Bunlardan trend bir zaman serisinin uzun dönemde gideceği yönü gösteren bir eğilimdir. Trendin belirlenmesinde en küçük kareler yöntemi veya

---

<sup>37</sup> TEKİN, s.228

regresyon analizi kullanılmaktadır. Mevsim dalgalanmaları; satışları mevsime göre değişen buzdolabı, şemsiye, soba vb. ürünle ilgili serilerde görülmektedir. Trend doğrusu etrafında kısa dönemli dalgalanmalara neden olmaktadır. Konjonktür dalgalanmaları; yine mevsim dalgalanmaları gibi periyodik, fakat uzun dönemli olarak tekrarlanmaktadır. Zaman serilerinde genellikle trend dışında bu etkilerden bir veya birkaçı aynı anda bulunabilmektedir.<sup>38</sup>

### ***- Aritmetik Ortalama Yöntemi***

Geçmiş zaman verilerine dayanarak aritmetik ortalama bulunmaktadır. Tahmin içinde aritmetik ortalama kullanılmaktadır. Ancak aritmetik ortalama verilerle ilgili dalgalanmayı yansıtmamaktadır. Tahminin doğruluğu açısından dalgalanmaları ve rassal değişimleri saptamak önemlidir.<sup>39</sup>

Talep tahmini açısından geleceğe en basit bakışlardan biri geleceğin, geçmişte olanların ortalamasına doğru eğim göstereceğini varsaymaktır. Bu varsayıma göre geleceğin en geçerli tahmini, geçmişte oluşan rakamların toplanıp ortalamasını almaktır. Geçmiş dönemlere ilişkin veriler toplanarak, dönemlerin sayısına bölünürse ortalama değer hesaplanmış olur. Böylece gelecek dönemler için tahminin, hep bu ortalama değer alacağı ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, yeni dönemlere ilişkin veriler geldikçe bunların yeni hesaplamalara dahil dilerek bunların son güne uygun bir tahminin yapılması da aynı modelle mümkündür. Ancak bu model gerçekleşen talep değerlerinin bir trend, konjonktürel, mevsimsel dalgalanmaların etkisi altında olmadığı durumlar ve az sayıda veriler için iyi sonuçlar vermektedir. Fakat veri sayısı arttıkça belirli bir trend yakalayamamaktadır.<sup>40</sup>

### ***-Hareketli Ortalama Yöntemi***

Hareketli ortalamalara dayanarak yapılan tahminler, aylık satışların önceki ayların etkisinde olması halinde iyi sonuçlar vermektedir. Yeni bir aya ait satış

---

<sup>38</sup> YAMAK Oygur, **Üretim Yönetimi Sistemler İlkeler Teknikler**, 1.Baskı, Alfa Basım, İstanbul, 1994, s.148

<sup>39</sup> ÇELİKÇAPA ODMAN Feray, **Üretim Planlaması**, 1.Basım, Alfa Basım, İstanbul, 1999, s.26

<sup>40</sup> BULUT Şükrü, **Orta Ölçekli Bir İşletmede Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması**, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2006, s.41

değeri önceki ayların satış değerinin az ve çok oluşundan etkileniyorsa hareketli ortalamalar yöntemini kullanmak uygun olmaktadır. Aksi halde geçmiş yılların aynı aylarına ait ortalamalar göz önüne alınarak yapılan tahminler yeterlidir.<sup>41</sup>

Bu yöntem, uzak geçmişten çok, yakın geçmişe ağırlık vermektedir ve buna dayanarak, yalnızca bir dönem satış tahminini yapmaktadır. Örneğin geçmiş dönem verilerinin üçü, dördü veya beşi alınarak, en son gerçekleşen dönem bunlara ilave edilmektedir. Daha sonra, bu verilerin ortalaması, bir sonraki dönem satış miktarı olarak kabul edilmektedir. Bu yöntem ile yapılacak tahmin, talep yükselen bir trend gösteriyor ise çok küçük, alçalan bir trend gösteriyor ise çok büyük olacaktır. Aynı şekilde şayet n çok az ise gerçek talebin etkileri abartılmış olacak, n çok büyük ise bu etkiler azaltılmış olacaktır.<sup>42</sup>

#### **- Üssel Düzeltme Yöntemi**

Bu metodun asıl amacı tesadüfî etkilerin sebep olduğu değişimleri elimine etmektir. Ancak üssel düzgünleştirme yönteminde basit aritmetik ortalama yerine, son gerçek ve tahmini değerlere uygun ağırlıklar verilerek bir çeşit tartılı ortalama alınmaktadır. Bunun için 0 ile 1 arasında değişen  $\alpha$  = düzgünleştirme katsayısı seçilir. Üssel düzeltme yönteminde kullanılan formüller aşağıdaki gibidir:<sup>43</sup>

$$F_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) F_t$$

$F_{t+1}$  : Yeni tahmin.

$F_t$  : Bir önceki tahmin.

$\alpha$  : Düzeltme faktörü.

$y_t$  : Gerçekleşen talep.

Bir zaman serisindeki düzensiz dalgalanmaları ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır. Üssel düzgünleştirme, bir zaman serisindeki geçmiş ve cari değerlere pozitif tartılar veren bir tartılı ortalamadır. Üssel düzgünleştirme katsayısı

---

<sup>41</sup> KOBU, s.94

<sup>42</sup> MEYDAN Yusuf Ali, **Talep Tahmin Yöntemleri ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması**, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2007, s.53

<sup>43</sup> KOBU, s.94

olan  $\alpha$ , 0 ve 1 arasında değerler alır. 0 a yakın seçilen  $\alpha$  değeri zaman serisinin geçmiş değerlerine daha büyük bir ağırlık tanıyacağı için seri orijinal seriden daha düzgün bir görünüm almaktadır.  $\alpha$  bire yakın bir değer olarak seçildiğinde ise zaman serisinin cari değerine daha büyük ağırlık tanıdığı için düzgünleştirilen cari orijinal seriye daha yakın bir hale gelmektedir.<sup>44</sup>

### ***-En Küçük Kareler (Regresyon) Yöntemi***

En küçük kareler metodu, iki değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla, en uygun doğrunun tanımlanarak, çizilmesini öngörmektedir. En uygun doğrunun tanımlanması için doğrunun bağımlı değişken eksenini kestiği noktanın ve doğrunun eğiminin bilinmesi gerekmektedir. Çizilen doğru üzerindeki bağımlı değişken değeriyle gerçek değerler arasındaki farkın karelerinin toplamının minimum yapacak en uygun doğru belirlenmeye çalışılmaktadır.<sup>45</sup>

En küçük kareler yönteminin esası; verilen (X,Y) setine en uygun olan eğrinin bulunmasını sağlamaktır.<sup>46</sup> En küçük kareler yönteminin uygulanması için, eldeki zaman serisinin grafiği çizilerek bu grafiğin gelişme yönüne en uygun fonksiyon tipi seçilmektedir. Bu fonksiyon tipinin gözlem sonuçlarından en az ayrılan eşitliği bulunmaktadır. Fonksiyon tipinin seçiminde ele alınması gereken hususlar şunlardır:<sup>47</sup>

- Gelişme yönünü değiştirmeyen, devamlı olarak artma ve azalma eğilimi gösteren serilerden, artış veya azalış aşağı-yukarı sabit görünenlere doğru fonksiyonu (  $Y = a + bx$  ), artış ve azalış oranı sabit gibi görünenlere üstel fonksiyon (  $Y = ab^x$  ) uygundur.

- Grafiğin seyrinde bir yön değiştirme, mesela önce bir yükselme, sonra bir alçalma varsa doğru ve üstel fonksiyon esas tutulmamaktadır. Bunlar yerine şekli böyle bir değişimi yansıtmaya elverişli olan parabol fonksiyonu (  $Y = a + bx + cx^2$  ) seçmek gerekir.

---

<sup>44</sup> GÜRSAKAL Nemci, **Bilgisayar Uygulamalı İstatistik 2**, 1.Baskı, Alfa Yayınları, Bursa, 2001, s.403

<sup>45</sup> TEKİN, s.44

<sup>46</sup> YAMAK, s.148

<sup>47</sup> MEYDAN, s.77

### 1.6.2 Kapasite Planlaması

Bir üretim işletmesinin kurulacağı yer saptandıktan sonra kapasitesinin ne olacağına karar verilmesi gerekmektedir. Kuruluş yeri belirlenen bir işletmenin hangi büyüklükte kurulması gerektiği kapasite planlaması konusu içinde incelenmektedir. Üretim tesislerinde kuruluş kapasitesi kararının alınması aşamasında önemli bir ikilem söz konusudur. Satış tahminlerine bakılacak olursa, kapasitenin gereksinimin üstünde hesaplanması olasılığı vardır. Çünkü satışlardaki mevsimlik dalgalanmalar nedeniyle kapasite belirleme aşamasında genellikle en üst noktaya göre tasarım yapma eğilimi bulunmaktadır. Bu noktada satış grafiklerinin dikkatlice incelenip analiz edilmesi halinde en uygun kapasitenin saptanması olanaklıdır. Aksi halde, ileride atıl kapasite ve fazla işgücü bulunmasından dolayı işletme para kaybedecektir. Yetersiz kapasite kullanma durumunda ise talep edilen bir malın stokta bulunmaması riski ortaya çıkacaktır. Ortalama satış düzeyine göre tasarım yapılması halinde ise işgücü daha dengeli bir düzeyde tutulur. Böylelikle, daha verimli bir kapasite kullanımına ulaşılmaktadır. Bu durumun tek sakıncası, elde yeterli ölçüde stok bulundurma gereğidir. Ancak bu şekilde talebin yoğun olduğu, yıllık ortalamanın üzerine çıktığı dönemlerde normal kapasitenin üstündeki talep miktarını stoktan karşılamak mümkün olmaktadır.<sup>48</sup>

*-Makine kapasitesi;* Üretim plan ve programlarının hazırlanmasında her makinenin gerçek kapasitelerinin bilinmesi gerekmektedir. Bir makinenin teorik kapasitesi o makineyle ilgili teknik bilgileri içeren kitapçıklardan elde edilmektedir. Bu teorik kapasiteye göre de, bir makinenin maksimum kapasitesini hesaplamak oldukça kolaydır. Ancak işletmenin faaliyet gösterdiği sektörün şartlarına ve işletme dışından kaynaklanan bazı faktörlere bağlı olarak bir makinenin sürekli maksimum kapasitede çalışması zararlı olmaktadır. Bu durumda makinenin aşırı yıpranması da söz konusudur.<sup>49</sup> Makinelerin, diğer üretim araçlarının ve işgücünün teorik kapasite düzeyinde çalışmaları mümkün değildir. Üretimde, koruyucu bakım, makine hazırlık gibi faaliyetler için zaman harcanması gerekmektedir; işgörenlerle makineler arasında tam denge sağlanamayabilir. Beklenmeyen makine arızaları meydana gelebilir; üretim hataları oluşabilir; işgören devamsızlığı, elektrik kesintileri, malzeme yetersizliği gibi durumlarla karşılaşılabilir ve bütün bu

---

<sup>48</sup> YAMAK, s.65

<sup>49</sup> ÇELİKÇAPA, s.34

nedenlerden ötürü üretim genellikle teorik kapasitenin altında gerçekleşmektedir. Teorik kapasiteden çeşitli duraklamalar sonucu meydana gelen kayıplar çıkarılarak bulunan kapasite, bir işletmenin, çeşitli sınırlamalar çerçevesinde ulaşabileceği çıktı düzeyidir ve pratik kapasite ya da etkin kapasite olarak anılmaktadır. Pratik kapasite ile normal düzeyde bir üretim ifade edilmekte ve genellikle bu kapasite, işletmelerin varmaya çalıştığı normal verimliliği ifade eden bir ölçü olarak kullanılmaktadır.<sup>50</sup>

*-İnsangücü kapasitesi:* İleri teknolojilerin kullanıldığı üretim sistemlerinde makine kapasitesi ön plana geçmekte, insan gücü kapasitesi ikinci planda kalmaktadır. Emek yoğun bir işletmede ise durum tersinedir. İnsan gücüne ait kapasite ayarlaması söz konusu olduğunda iş görenin nitelikleri, psikolojik ve yasal faktörler nedeniyle belirsizlik daha fazladır. Planlamacı için önemli olan sorun, çalışma düzenindeki işgücü kapasitesinin üstünde ve altında kalan alanları minimum yapacak alternatifleri araştırmak ve bunu en ekonomik yoldan gerçekleştirmektir.<sup>51</sup> Kapasite planlamasında insan gücü kapasitesinin hesaplanması özellikle emek yoğun sanayi işletmelerinde oldukça önemlidir. İşletme yöneticileri üretim faktörlerini mevcut insan gücünü göz önünde bulundurarak düzenlemektedirler. İşletmenin makine kapasitesi planlaması yapılırken insan gücü ihtiyacı ve durumu dikkate alınmaktadır. İşletmenin üretim sistemi, insan gücü kapasitesinden en yüksek düzeyde yararlanacak şekilde tasarlanmaktadır.

İşletmelerde insangücü kapasitesi planlaması, sistematik bir yaklaşımla birçok faktör gözönünde bulundurularak yapılmaktadır. Bu faktörlerden başlıcaları; talep, finansal kaynaklar, makine kapasitesi, personel politikası ve zaman standartları olmaktadır. Bu faktörlerden en önemlisi talep olup, işletmenin insan gücü planlaması, üretilen mal ve hizmete olan talep dikkate alınarak yapılmaktadır. Öteki faktörler talebe göre düzenlenmektedir. İnsan gücü kapasitesi hesaplanmasında; işçi sayısı, adam /saat, eşdeğer mamul miktarı ölçü birimi olarak dikkate alınabilmektedir.<sup>52</sup>

Kapasitenin saptanması ise, üretilmesi düşünülen ürün veya ürün yelpazesi için yapılan pazar araştırmalarına ve talep tahminlerine dayanmaktadır. Talep tahminlerinde yanılma olması halinde kapasite de aylıklık veya darboğazlar oluşmaktadır ki her iki durumda üretim yönetimi açısından arzu edilmeyen

---

<sup>50</sup> TATAR Tevfik, **İşletmecilik İlkeleri**, Gazi Büro Yayınları, Ankara, 1992, s.122

<sup>51</sup> ÇELİKÇAPA, s.34-35.

<sup>52</sup> ÖZGEN, s.125

durumlardır ve işletmenin para kaybetmesine yol açmaktadır. Bu durumdan, üretkenlik ve verimlilik de olumsuz yönde etkilenmektedir.

Kapasite hesabının tam ve doğru yapılması, özellikle üretim plan ve programlarının hazırlanmasında büyük önem taşımaktadır. Plan ve programların iyi yürütmesi ve gereken hassaslığa sahip olması bakımından bu hesapların sağlam temellere dayalı olması zorunludur. Kapasitenin yanlış hesaplanması üretimde ciddi duraklamalara, işlerin yığılmasına yol açabilir ve sonuçta programı aksatabilmektedir.

Üretim tesisinin belirli bir dönem çalışması sonucu yapmış olduğu üretim miktarı, o tesisin ‘gerçek kapasite’sini göstermektedir. ‘Fiili kapasite’ veya ‘çalışma kapasitesi’ olarak ta adlandırılan gerçek kapasite genellikle normal kapasitenin altında oluşmaktadır. Normal kapasite ile arasındaki fark, makinenin veya işçinin aylak kalmasından dolayı oluşan ‘aylak kapasite’dir. Aylak kapasitenin nedenleri; yönetimin hatası, makineler arası hız farkları, talebin yetersizliği, ürün bileşiminin değişmesi, üretim hattının durması, fire oranı veya işçinin kaytarması olabilir. Kapasiteyi arttırmak için çeşitli yollar vardır. Bunlar; fazla mesai yapmak, vardiya sayısını arttırmak olarak özetlenebilir.<sup>53</sup>

### **1.7.ÜRETİM PLANLAMASININ DÖNEMLERİ**

Üretim planlamasının hazırlanmasında, kullanılan teknikler, insan gücü miktarı, ayrıntılara girme derecesi, gibi hususlar büyük ölçüde planlama zaman aralığının uzun ya da kısa olmasına bağlıdır. Planlama sürecinde zaman aralığının bilinmesi gerekmektedir. Çünkü işletmenin içinde bulunduğu piyasa ve hammadde kaynaklarının durumu farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, işletme mevsimsel değişimlerden etkilenen bir piyasada bulunuyorsa, bu faktörler planlama zaman aralığı seçimini büyük ölçüde etkilemektedir. Satışların en yüksek olduğu bir noktayı ikiye bölen bir planlama zaman aralığı, rasyonel bir girişim olmayacaktır.<sup>54</sup>

Kapsadığı süre açısından üretim planları uzun, orta ve kısa dönemli üretim planları olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

---

<sup>53</sup> YAMAK, s.67-70

<sup>54</sup> ÖZGEN, s.161

*Uzun Dönemli Üretim Planları:* Bu planlar iki yıl veya daha uzun bir süreyi kapsar ve tüm kendinden kısa dönemli planlara yol gösterici özelliktedir. Bu planlarda üretilecek ürünler, nasıl üretilecekleri ve bunun için gereken yatırımlara ilişkin kararlar alınmaktadır. Bu kararlar üst düzey yöneticiler ve hatta yönetim kurulunun alabileceği türden kararlardır. Aksi takdirde uzun dönemli plan etkili olamaz. Uzun dönemli üretim planlarının önemli yatırım kararlarından biri de teknolojinin belirlenmesidir. Bu kararda da, işletmenin sermaye yapısı, pazarın büyüklüğü, üretim girdilerinin tedarik kolaylığı gibi unsurlar etkili olmaktadır. Müşteri istek ve ihtiyaçlarının çok hızlı bir şekilde değiştiği günümüzde, ürün geliştirme faaliyetleri de uzun dönemli üretim planlamanın sürekli ve önemli bir işlevidir.<sup>55</sup>

Bu planlama işletme için büyük miktarda sermaye harcamasını gerektirmektedir. Ayrıca değişen zaman ve yer koşullarında meydana gelen değişiklikleri uzun süreli planlar üzerinde yapmak çok zordur. Bu nedenle, uzun süreli planlar önemli bir özelliğe sahiptir. Örneğin, uzun süre planlama kapsamına giren fabrika yeri ve bina seçimi, fabrika düzenlemesi, makine ve araç-gereç seçimi, işgücü v.b faaliyetler yanlış bir biçimde yapılmışsa, bunu kısa ve orta vadede değiştirmek çok zordur.<sup>56</sup>

*Orta Dönemli Üretim Planları:* Gelecekteki 12 aylık bir süre için üretim ve ihtiyaç miktarı arasında bir uyum sağlamayı amaçlamaktadır. Talep tahminleri ve satış bölümünden gelen istekler esas alınarak belirlenen bu planlarda, tüm üretim kaynakları toplam maliyeti minimize edecek şekilde etkin olarak kullanılmaya çalışılmaktadır. Dolayısıyla planlamaya başlamadan önce kullanılabilir üretim kaynaklarının bilinmesi gereklidir. Orta dönemli üretim planlama modelinde talep tahminleri, başlangıç stok miktarı ve işgücü sayısı veri kabul edilerek toplam maliyeti minimize edecek şekilde her ay bu kaynaklardan ne ölçüde yararlanılacağına, üretim düzeyinin ve işgücü sayısının ne kadar olması gerektiğine karar verilmektedir.<sup>57</sup>

---

<sup>55</sup> TOP Aykut, **Üretim Sistemleri Analiz planlama ve Kontrolü**, 3.baskı, Alfa Yayınları, İstanbul, 2001, s.99

<sup>56</sup> ÖZGEN, s.162

<sup>57</sup> TOP, s.101



Uzun süreli planlama, orta süreli planlama için bir girdi olmaktadır. Orta süreli planlar, genellikle işletmenin üretim dönemini kapsamaktadır.<sup>58</sup>

Orta dönemli üretim planlarında uygulanabilecek üç farklı strateji seçeneği bulunmaktadır. Bunlar;<sup>59</sup>

-*Üretim hızını sabit tutmak*: Bu stratejide stok maliyetinin ve miktarının yükselmesi göze alınarak, talepteki dalgalanmalar stoktan karşılanmaktadır.

-*Üretim hızını talebe göre değiştirmek*: Üretim hızı ve miktarı talepteki mevsimsel, düzenli veya düzensiz dalgalanmalara uyum gösterecek biçimde değiştirilmektedir. Böylelikle stok maliyetleri azalmakta, buna karşılık üretim ve işçi alma veya işçi çıkarma maliyetleri yükselmektedir.

-*İki seçeneğin bileşimi*; üretim hızını genellikle sabit tutmak ancak, stoklar aşırı yükseldiğinde üretim hızını düşürmek veya stoklar minimum stok düzeyine indiğinde üretim hızını yükseltmek şeklindedir.

*Kısa Dönemli Üretim Planları*: Genellikle aylık, haftalık ve günlük üretim faaliyetlerinin istenilen biçimde sürdürülebilmesi için kullanılmaktadır.<sup>60</sup>

## 1.8. ÜRETİM PLANLAMASI STRATEJİLERİ

İşletmeler piyasa şartlarını dikkate alarak üretim yaparlar. İşletmeler rakipleriyle rekabet edebilecek kalite ve fiyatta mamul üretebilmek için üretim planlaması yapmak zorundadırlar.<sup>61</sup> Piyasada müşteri taleplerindeki belirsizlik nedeniyle talepte çeşitli dalgalanmalar meydana gelebilir. İşletme yöneticileri dalgalanmadan olumsuz etkilenmemek için, üretim faaliyetlerini önceden belirledikleri stratejilere uygun olarak sürdürürler. İşletme yöneticilerinin takip edebilecekleri başlıca stratejiler şunlardır:

-Mevcut işgücü düzeyi, yeniden işe alma ve işten çıkarma işlemleriyle dengelenebilir.

-Mevcut işgücüyle fazla mesai yapılarak, üretim hızı ayarlanabilir.

---

<sup>58</sup> ÖZGEN, s.162

<sup>59</sup> TOP, s.103

<sup>60</sup> ÖZGEN, s.162

<sup>61</sup> TEKİN, s.266

-İşgücü düzeyi ve üretim hızı sabit tutularak talepteki dalgalanmalar, stok dengelemesi yapılarak stoklardan dikkatli bir şekilde karşılanabilir.

-Talepteki dalgalanmalar diğer işletmelerden satın alma işlemi yapılarak karşılanabilir

Böylece, müşteri taleplerindeki belirsizlikler nedeniyle talepte oluşabilecek dalgalanmaları istenilen bir biçimde karşılayabilmek için izlenilebilen bu stratejinin temel ifadeleri; işgücü düzeyi, üretim hızı, stok düzeyi ve diğer işletmelerden satın almalar biçiminde ifade edilen dört unsur halinde belirtilmektedir.

İşletme yönetiminin çözümlmek zorunda olduğu herhangi bir karar alma sorunu, ya da kârın maksimize edilmesi, ya da toplam maliyetin minimize edilmesiyle ilgilidir. Bu bağlamda, satış hacmi ve fiyatların üretim yöneticisi tarafından kontrol edilemeyeceği varsayımına dayanarak satış gelirlerinin sabit olduğu düşünülürse, kârın maksimize edilmesi maliyetleri minimize etmek anlamına gelmektedir. Bu nedenle üretim planlama sürecinde, çözümlenmesi istenilen sorunla ilgili bütün faktörler maliyet kavramı içerisinde incelenmektedir.<sup>62</sup>

Talepteki değişmelere bağlı olarak işletmelerde işgücü planlaması ve düzenlemesi yapılması gerekmektedir. Bu durumda tekrardan işe alma, işbaşı eğitimi, işten çıkarma gibi çeşitli işgücü maliyetleri oluşmaktadır. Bazı durumlarda da fazla çalıştırma ve az çalıştırma maliyetleri söz konusu olabilir. Üretim planlama sürecinde üretim hızının düzenlenmesiyle ilgili tamir bakım, depolama v.b maliyetlerde dikkate alınmalıdır.<sup>63</sup>

## 1.9. ÜRETİM PLANININ UYGULANMASI

Çağdaş imalat sanayi işletmeleri üretim fonksiyonlarını fiyat, kalite, zaman, finansal durum, mamul ve mamullerin niteliğinden doğan sınırlamalar, piyasa ve dolayısıyla müşteri taleplerinin belirsizliği v.b. kısıtların etkisi altında sürdürdüklerinden, üretime geçmeden önce üretim faaliyetlerinin nerede ve nasıl yapılacağı, neler üretileceği gibi hususları belirtmeleri gerekmektedir. Başka bir ifadeyle, üretimde bulunabilmek için ne gibi işlerin nerede ve hangi yöntemlerde yapılacağının belirli bir sıralama işlemi ile yapılması gereklidir. Bu sıralama

---

<sup>62</sup> ÖZGEN, s.163-164.

<sup>63</sup> TEKİN, s.267

işlemini de üretilecek mamul ve mamullerde yapılacak işlerin zaman bakımından programlaması gerekmektedir. Yeni üretim faaliyeti sırasında yapılması gerekli işlerin, ne zaman başlayıp ne zaman biteceğinin belirlenmesi de gerekmektedir. Üretim faaliyetini gerçekleştirebilmek için önceden belirlenmesi gereken sıralama ve programlama işlemleri üretim planlamasının üretimi planlama süreci içerisindeki yerini oluşturmaktadır.<sup>64</sup>

Üretim planlanmasında; planların ne zaman, ne kadar sıklıkta değiştirileceği ve nasıl yapılacağı önemli bir sorundur. Planlar ancak gerekli görüldüğü zaman değiştirilmelidir. Üretim planlamasını yapan kişinin ilgili kuralları önceden açık seçik belirlenmesi önem taşımaktadır. Aksi taktirde geliş güzel yapılan değişikliklerle planların düzeninden çok düzensizlik getiren araçlar haline dönüşmesi kaçınılmaz olmaktadır.

Sürekli üretim yapan bir üretim işletmesinde benzer mamul gruplarının her biri için üretim planlaması yapılmaktadır. Mamullerin benzerliği uygulanan işlemler, işgücü ve kullanılan makineler açısından ele alınmaktadır. Benzer mamul grupları içinde değişik üretim hızları isteyenler bir araya getirilerek alt gruplar meydana getirilmektedir. Birbirinden bağımsız bölümler için ayrı planlar düzenlenmektedir.

Üretim planlarında miktarların aynı, ortak, anlamlı ve uygun bir kriterle ölçülmesi istenmektedir. Kriterin ortak olması gruplama ve kıyaslama bakımından gereklidir. Anlamlılık, planları yorumlayan, diğer işletme faaliyetleri ile ilgisini kuran ve sonunda karar verecek olan yöneticiler için önemli ve gereklidir. Ölçme kriterinin uygunluğu hesaplama işlemlerinin kolay yapılmasını ve hatalara yol açmamasını sağlamaktadır. Örneğin değişik model süpürgelerde kullanılan tek tip elektrik motorunu adet, değişik büyüklükteki dişli çarkları adam- saat, plastikleri kilogram cinsinden ölçmek doğru olur.<sup>65</sup>

---

<sup>64</sup> ÖZGEN, s.150

<sup>65</sup> KOBU, s.437,438

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA

Bilimsel karar alma süreci modellere dayanmaktadır. Karar almada kullanılabilecek çok çeşitli modeller ve teknikler geliştirilmiştir. Bunlardan biriside doğrusal programlamadır.<sup>66</sup> Doğrusal programlama doğrusal eşitlik ve/veya esitsizlik kısıtlamalarını çözerken dogrusal bir fonksiyonun optimizasyonuyla ilgilenmektedir.<sup>67</sup>

Günümüzde modern işletmecilik konusunda daima doğrusal programlamadan söz edilmektedir. Zamanın en basit, fakat en etkili değerlendirilmesi, zaman para bağlantısı kurularak elde edilebilmesidir. Zamandan en çok yarar sağlamayı benimsemek ve dolayısıyla en elverişli çözümü araştırmak önemlidir.<sup>68</sup>

Yirminci yüzyılın ortalarında görülen en önemli bilimsel gelişmeler içinde üst sırayı doğrusal programlamadaki gelişmeler almıştır. Çoğu şirketin bilgisayar kullanımına başlamasıyla birlikte, 1950'ler den bu yana doğrusal programlamanın şirketlerin iş hayatına etkisi olağanüstü olmuştur.<sup>69</sup>

Doğrusal programlama, sınırlı kaynakların kullanımını optimum kılmak için tasarlanmış bir matematiksel modelleme yöntemidir. Sağlık sistemleri, askerlik, tarım, endüstri, ulaştırma, ekonomi hatta davranış bilimleriyle sosyal bilimler gibi alanlarda başarılı doğrusal programlama uygulamaları vardır. Yöntemin kullanılışı bilgisayar yazılımlarındaki gelişmelerle daha da artmıştır.<sup>70</sup>

---

<sup>66</sup> ALAN M.Ali ve YEŞİLYURT Cavit, **Doğrusal Programlama Problemlerinin Excel ile Çözümü**, Cumhuriyet Üniversitesi, İ.İ.B.F, Cilt 5, Sayı 1, 2004, ss. 152-155

<sup>67</sup> MOKHTAR S. Bazaraa, JOHN J. Jarvis, HANİF D. Sherali, **Linear Programming And Network Flows**, New York, John-Wiley, 2nd.ed, 1990, s.1

<sup>68</sup> BAKOĞLU Hüsamettin, **Doğrusal Programlama**, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Seri No:106, İzmir, 1982, s.2

<sup>69</sup> ÖZTÜRK Ahmet, **Yöneylem Araştırması**, Ekin Kitapevi, Bursa, 2005, s.35

<sup>70</sup> TAHA Hamdy A., **Operations Reserch An Introduction**, Sixth Edition, Macmillan Publishing Company, New York, 1987, s.11

## 2.1.DOĞRUSAL PROGRAMLAMAMANIN TANIMI VE ÖNEMİ

Doğrusal programlamanın temel konusu, sınırlı kaynaklar arasında en iyi (optimal) biçimde dağıtımın sağlanması problemi ile ilgilidir.<sup>71</sup> Kaynakların miktarı sınırlı olduğundan onların en ekonomik şekilde kullanılması çok önemlidir. Üretimi düşünülen malları elde etmek için kaynaklar çeşitli miktarlarda bir araya getirilerek kombinasyonları oluşturulabilir.<sup>72</sup> Doğrusal programlama en iyi kombinasyonun bulunmasını sağlamaktadır. Bu bağlamda, doğrusal programlama optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan matematiksel bir teknik olmaktadır. Doğrusal programlama ilgilendiği problemi açıklayan, matematik modeli kullanmaktadır.<sup>73</sup> Doğrusal programlama, bir fonksiyonun bazı şartlar altında maksimum veya minimum değerlerin bulunmasıyla ilgili teknikleri konu edinen bir disiplin olarak tanımlanabilir.<sup>74</sup>

Ayrıca doğrusal programlamada kullanılan doğrusal ve programlama kelimeleri açıklanacak olursa; doğrusallık özelliği matematik modeldeki tüm fonksiyonların doğrusal fonksiyon olması gerektiğini açıklamaktadır.<sup>75</sup> Doğrusallık kavramı doğrusal programlama probleminde yer alan değişkenler arasında sabit bir oransal ilişkinin olduğunu belirtmektedir. Yani bir değişkendeki bir değişme belirli bir oranda başka bir değişkende değişmeye neden olmaktadır.<sup>76</sup>

Programlama kelimesi ise, bilgisayar programlaması anlamını değil, planlama ile eşanlamlı olduğunu ifade etmektedir. Bu açıklamalardan sonra, doğrusal programlamanın tüm uygun seçenekler arasından optimal sonucun elde edilmesini sağlayan planlama faaliyetlerini içerdiği söylenebilir.<sup>77</sup>

İşgücü, makine, hammadde, toprak v.b. gibi faktörlerin ve malların sınırlı olduğu bir durumda, ürün tek ise, bu ürünün üretimini maksimum kılmak veya birden fazla ürün elde ediliyorsa, bu ürünlerin elde edilebilmesi için gerekli

---

<sup>71</sup> ÖZTÜRK, s.35

<sup>72</sup> AVRALOĞLU Zeki, **Doğrusal Programlama ve Tarım İşletmelerinde Bir Uygulama**, Ankara İ.T.İ.A.Yayın No:139, Ankara, 1981, s.19

<sup>73</sup> ÖZTÜRK, s.35

<sup>74</sup> AVRALOĞLU, s.1

<sup>75</sup> ÖZTÜRK, s.35

<sup>76</sup> SARIASLAN Halil, **Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama**, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Yayınları:533, Ankara, 1986, s.56

<sup>77</sup> ÖZTÜRK, s.35

kaynakları optimal dağıtmak doğrusal programlama ile gerçekleşmektedir.<sup>78</sup> Doğrusal programlamanın amacı, kıt kaynakları ürünlere ve etkinliklere optimal şekilde dağıtmaktadır. Çeşitli kısıtlamalara bağlı olarak bir kârı yada maliyeti optimize etmenin gerektirdiği iş dünyasında ve ekonomide doğrusal programlama çok yararlı bir araçtır.<sup>79</sup> Günümüz işletmelerinde doğrusal programlama; üretim zamanlama, üretim planlama, üretim onarımı, fabrika planı, ekipman yerleştirmesi, lojistik alanlarında kullanılmaktadır. Bunun yanında başka alanlardan gelen uygulamalar da mevcuttur.<sup>80</sup>

## 2.2.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİ

Gerçek hayatta karşılaşılan çoğu karar problemi için, en azından uygun kabullerle doğrusal karar modeli geliştirmek mümkündür. Bir problem için karar modeli geliştirmek, gerçek sistemi matematiksel olarak ifade etmek olup, bu dönüşümde bilgi kaybı kaçınılmazdır. Esas olan, en az bilgi kaybı ile dönüşümü gerçekleştirebilmektir. Bu nedenle bir karar probleminin doğrusal karar modeli haline dönüşümünü sağlayabilmek için, ele alınan sistemin taşıması gereken özellikleri şunlardır;<sup>81</sup>

-*Oranlılık*: Her bir karar değişkeninin alacağı değere göre, bu değişkenden dolayı katkının oluşumu (amaç) ve kaynakların kullanımı (kısıtlar) belirli(sabit) oranda etkileniyorsa, oranlılık özelliği söz konusu demektir.

- *Toplanabilirlik*: Karar değişkenlerine verilecek değerlere göre, her birinin sağladığı katkılar toplanıp toplam katkıyı ve her birinin kullandığı, i inci kaynaklar toplanıp i inci kaynaklar toplamını veriyorsa ve bu özellik tüm kaynaklar için geçerliyse, ele alınan problem toplanabilirlik özelliği taşıyor denilmektedir.

- *Bölünebilirlik*: Karar değişkenlerinin bir kısmı için eksi olamama kısıtı ön görülürken, kalanların işaretçe serbest olması istenebilir. Ancak karar modeli

---

<sup>78</sup> AKBAYGİL Işıl, **İktisatçılar İçin Doğrusal Programlamaya Giriş**, Elo- elektronik Ofset, İstanbul, 1980, s.166

<sup>79</sup> DOWLING Edward T., **İşletme Ve İktisat İçin Matematiksel Yöntemler**, Nobel Yayın, Ankara, 1993, s.177

<sup>80</sup> FEİRING, Bruce R., **Linear Programming: An Introduction**, Newbury Park, California: Sage Publications, 1986, s.8

<sup>81</sup> KARA İmdat, **Doğrusal Programlama**, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir, 1991, s.13-14

üzerinde yapılacak uygun dönüşümlerle, model serbest değişkenlerden arındırılıp tüm değişkenler için eksi değer alamama kısıtı getirebilmektedir.

- *Belirlilik*: Karar problemlerinin tüm parametrelerinin sayısal değerlerinin biliniyor olmasına belirlilik özelliği denilmektedir.

Bir problemin doğrusal programlama modelini oluştururken aşağıdaki işlemler yapılmaktadır:<sup>82</sup>

**-Karar Değişkenlerinin Belirlenmesi:** Bir problemin doğrusal programlama modelini oluştururken öncelikle karar değişkenlerinin tanımlanmasıyla başlanmaktadır. Herhangi bir doğrusal programlamada, karar değişkenleri alınacak kararları tamamen betimlemesi gerekmektedir. Genellikle karar değişkenleri  $X_j(j=1,2,...n)$  simgesiyle ifade edilmekte olup alınacak kararlara ilişkin faaliyetlerin düzeyini göstermektedir.

**-Amaç Fonksiyonunun Belirlenmesi:** Herhangi bir doğrusal programlama probleminde, karar değişkenlerinin amaç fonksiyonunu en büyükmek (genellikle gelir ve kârın) veya en küçükleme (genellikle maliyetlerin) istenmektedir. En büyüklenen (maksimize edilen) veya minimum kılınan (en küçükleme) fonksiyona amaç fonksiyonu adı verilmektedir.

Doğrusal programlama modelinden beklenen sonucun alınabilmesi için amacın açık olarak bilinmesi ve nicel olarak yazılımı gereklidir. Amaç fonksiyonu kazanca karşılık belirlenmiş ise  $Z'$ 'yi maksimum, masraflara ve maliyete karşılık belirlenmiş ise bu defa  $Z'$ 'yi minimum yapan  $X_j$  değerleri araştırılmaktadır.<sup>83</sup>

Amaç fonksiyonu, problemin ilişkili olduğu süreçteki başarımın (performansın) en olanaklı değerini vermektedir. Bu yüzden başarımı (  $Z$  ), en çoklayacak veya en küçükleyecek  $X_j$  ( $j=1,2,...n$ ) değişkenlerinin değeri bulunmaktadır. Çoğu doğrusal programlama uygulamaları, kaynakların faaliyetlere dağıtımını içermektedir. Her elverişli kaynağın miktarı sınırlı olduğundan kaynakların faaliyetlere dağıtımı çok dikkatli yapılmalıdır. Bu yüzden amaç fonksiyonuna ulaşırken seçenekli üretim yollarının olması gerektiği kabul edilmeli ve onun değerinin en yüksek veya en az olabilmesi içinde karar değişkenlerinin bir

---

<sup>82</sup>ÖZTÜRK, s.38

<sup>83</sup>BAKOĞLU, s.7

değeri olmalıdır. Yoksa amaç fonksiyonu artı sonsuzda en büyüklenir veya küçüklenir ki bunun da işletme için bir anlamı yoktur.

Modelin amaç fonksiyonunda karar değişkenleri  $x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n$  ve kâr veya maliyet katsayıları da  $c_1, c_2, \dots, c_j, \dots, c_n$  ile gösterilirse amaç fonksiyonu:

Max veya Min ( Z ) =  $c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + \dots + c_j x_j + \dots + c_n x_n$  şeklinde yazılır.<sup>84</sup>

Amaç fonksiyonunun doğrusal kullanılma zorunluluğu vardır. Bu nedenle programın hiçbir değişkeni için örneğin, kare, küp veya karekök gibi ilişkiler söz konusu değildir.<sup>85</sup>

**-Kısıtlayıcıların Belirlenmesi:** Ekonomide üretim kaynakları veya üretim faktörleri sınırlıdır. Bir işletmenin elindeki makine kapasitesi, teknolojisi, işgücü, enerji, sermaye, hammadde, yarı mamul madde, malzeme gibi üretim faktörleri ile ürünlerine olan talepte sınırlıdır. Dolayısıyla karar değişkenlerinin miktarı da sınırlı olacaktır. Önemli olan bu kısıtlayıcılar altında amaç fonksiyonunu veya işletme başarımını en olanağı kılan düzeyde ürünleri üretmektir.<sup>86</sup> Bunlar amaç fonksiyonunun temel sınırlılıkları olup probleme ilişkin mevcut kaynakları belirtmektedir.<sup>87</sup>

İşletmenin faaliyetlere dağıtabileceği kaynak miktarı  $b_i$  ( $i=1,2,\dots, m$ ) ve ürünlerin seçenekli üretim yollarını veya teknoloji katsayılarını da ( $a_{ij}$ ) sembolü ile gösterilirse bu durumda kısıtlayıcı denklem takımı aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.<sup>88</sup>

---

<sup>84</sup> ÖZTÜRK, s.39

<sup>85</sup> KARAKOYUNLU Yılmaz, **Doğrusal Programlama ve Oyun Teorisi**, Ege Matbaası, Ankara, 1973, s.52

<sup>86</sup> ÖZTÜRK, s.39

<sup>87</sup> SARIASLAN, s.59

<sup>88</sup> ÖZTÜRK, s.39



$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1j} x_j + \dots + a_{1n} x_n \leq b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2j} x_j + \dots + a_{2n} x_n \leq b_2$$

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \end{array}$$

$$a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + \dots + a_{ij} x_j + \dots + a_{in} x_n \leq b_i$$

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & & & \end{array}$$

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mj} x_j + \dots + a_{mn} x_n \leq b_m$$

Kısıtlayıcılardaki karar değişkenlerinin katsayıları, farklı ürünlerin üretiminde kullanılan teknolojiyi yansıttığı için teknolojik katsayılar adı verilmektedir.

Kısıtlayıcının sağ tarafındaki  $b_i$  parametresi elverişli kaynak miktarını göstermektedir. Fakat bu kaynak miktarları kısıtlayıcı fonksiyonuna göre her zaman sınırlı olmaz. Bazen karar değişkenlerinin istediğinden fazla veya tam eşitlikte olması da mantıklı olan durumdur.

Bu durumda kısıtlayıcıların doğrusal olması gerektiği gibi diğer iki tür temel sınırlayıcıda bulunmaktadır.<sup>89</sup>

$$a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + \dots + a_{ij} x_j + \dots + a_{in} x_n \geq b_i \quad \text{bazı } i \text{ değerleri için}$$

$$a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + \dots + a_{ij} x_j + \dots + a_{in} x_n = b_i \quad \text{bazı } i \text{ değerleri için}$$

Bir doğrusal programlamada kısıtlayıcı ilişkiler ancak üç şekilde olabilir. ( $\geq$ ,  $\leq$ ) denklemlerindeki ilişkiler hem eşitlik hem de kuruluşuna göre, az veya çok olma halinde dahi tatmin edildiğinden, mutlaka eşitlik sağlanmasını gerektiren = denklemine oranla daha az kısıtlayıcı özellik taşımaktadır.<sup>90</sup>

**-İşaret Kısıtlaması:** Doğrusal programlama probleminin formülasyonunu tamamlamak için her bir karar değişkeninin sadece pozitif yani negatif olmayan

<sup>89</sup> ÖZTÜRK, s.40

<sup>90</sup> KARAKOYUNLU, s.53

veya karar değişkenlerinin hem pozitif ve hem negatif değerli olabileceği varsayılmalıdır.<sup>91</sup>

Tüm doğrusal programlama modellerinde değişkenlerin pozitif olması koşulu vardır. Yani  $x_j \geq 0$  dır. Bu koşul doğrusal programlama probleminin birçok geçersiz çözümünü bir anda ortadan kaldırmakta ve en uygun çözümüne ulaşmayı önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır.<sup>92</sup>

Doğrusal programlama modelinin matematik yazılımı aşığıdaki şekilde olacaktır.<sup>93</sup>

$$\text{Maksimum (Z)} = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

Kısıtlayıcılar:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \leq b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \leq b_2$$

$$\begin{array}{ccc} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{array}$$

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n \leq b_m$$

$$x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0 \dots x_n \geq 0$$

Bu doğrusal programlama problemi maksimum amaçlı standart biçimde olup buna normal maksimum doğrusal programlama modeli de denir.

$c_j$ ,  $b_i$  ve  $a_{ij}$  modelin parametreleri olup  $x_j \geq 0$  kısıtlamasını da negatif olmama kısıtlayıcısı (veya negatif olmama koşulu) adı verilir.  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ise kontrol edilebilen değişkenler veya karar değişkenleridir. Normal minimizasyon doğrusal programlama probleminde ise amaç fonksiyonu minimum ve kısıtlayıcılarda ‘ $\geq$ ’ yapısındadır. Bu bağlamda, herhangi bir doğrusal programlama modeli belirlenen amaç fonksiyonunu en büyükleyecek veya en küçükleyecek kontrol edilebilen (karar) değişkenleri bulmak için kurulmaktadır.<sup>94</sup>

---

<sup>91</sup> ÖZTÜRK, s.40

<sup>92</sup> BAKOĞLU, s.7

<sup>93</sup> ÖZTÜRK, s.41

<sup>94</sup> ÖZTÜRK, s.41

## 2.3.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİNİN ÇÖZÜMÜNDE KULLANILAN TANIMLAR

Doğrusal programlama modelinin çözümünde kullanılan bazı terimler aşağıda belirtilmiştir.<sup>95</sup>

**-Uygun Bölge:** İşaret kısıtlaması da dahil, tüm kısıtlayıcıları doyuran  $x_1, x_2, \dots, x_n$  karar değişkenlerinin değer kümesidir. Uygun bölge bir bakıma tüm uygun çözümlerin değer kümesidir.

**-Köşe Noktaları:** Uygun bölgenin yapısı gereği, belirli sayıda uygun nokta olacaktır. Bu noktalar köşe noktalar olarak bilinir ve doğrusal programlamada önemli rol oynarlar.

**-Uygun Çözüm:** Bir doğrusal karar modelinin tüm kısıtlarını sağlayan her  $x$  vektörüne uygun çözüm denir.<sup>96</sup> Karar değişkenleri değerlerinin özel bir kümesinin tüm kısıtlayıcıları doyuran çözümüdür. Uygun çözüm uygun bölgede tek noktada olabilir. Bu noktanın köşe noktası veya iç noktada olabildiği düşünülmelidir.

**-Optimal Çözüm:** Amaç fonksiyonunu maksimum veya minimum yapan uygun çözüme optimal çözüm denir. Amaç fonksiyonunu maksimum yapan en büyük değere, en uygun değer denir. Aynı şekilde amaç fonksiyonunu minimum yapan en küçük değere de en uygun değer denir.<sup>97</sup>

Optimizasyon en iyi sonucu bulmak için yapılan çaba şeklinde ifade edilmektedir. İşletmeler faaliyetlerini minimum maliyette gerçekleştirmek isterler. Yatırımcılar aşırı riskten kaçınmak için en yüksek getiriye sağlayacak portföy oluşturmaya çalışırlar. Üreticilerin amacı ise üretim sürecindeki işlemleri maksimum etkinlikle çalıştırmaktır. Problemlerin birçoğunda paranın, zamanın, makinelerin, personelin v.b birçok kaynağın en etkili şekilde kullanılması söz konusudur. Karar verme sürecinde optimizasyon önemli bir araçtır. Optimizasyonun kullanılabilmesi için öncelikle amacın belirlenmesi gerekir. Amaç sistemin performansını sayısal olarak ölçen bir çalışmadır.<sup>98</sup>

---

<sup>95</sup> ÖZTÜRK, s.42

<sup>96</sup> KARA, s.35

<sup>97</sup> ÖZTÜRK, s.43

<sup>98</sup> ERDOĞAN N.Kemal, Lineer Programlamada İç Nokta Algoritmaları, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2005, s.21

-**Köşe Nokta Uygun Çözüm:** Simpleks yöntemi ile optimal çözümü araştırılırken temel rol oynayan özel uygun çözümlerden köşe-nokta uygun çözümü, uygun alanın köşesinde olan bir çözümdür.<sup>99</sup>

-**Temel Çözüm:** Cebirsel bir yöntem olan simpleks yöntemi ile doğrusal programlama problemleri çözülürken kısıtlayıcılara belli değişkenler eklenir veya çıkartılır. Böylece doğrusal programlama problemi modeli ekli bir biçime dönüşür. Ekli köşe nokta çözümü temel çözümdür.<sup>100</sup>

## 2.4.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA ÇÖZÜM TEKNİKLERİ

Doğrusal programlama modellerinin çözümünde genellikle grafik metodu ve simpleks metodu kullanılmaktadır. Her iki metodunda kendine özgü bazı özellikleri vardır. Grafik yöntemi en fazla üç değişkenli problemlerin çözümünde elverişlidir. Uygulamada ise problemlerin değişkenleri çok daha fazla ve dolayısı ile gerçek doğrusal programlama problemlerinin çözümü ise simpleks yöntemi ile sağlanmaktadır.<sup>101</sup>

### 2.4.1.Grafik Metod

Bu yöntem iki dağıtım merkezi olan eşitsizliklerde, parametrik bir denklemden oluşan doğrusal sistemin analitik olarak çözümü ve bunun geometrik olarak gösterilmesinden oluşmaktadır. Bu yöntem en fazla üç dağıtım yeri için anlam taşımakta olup görünebilir bir çözüm elde edilmektedir.<sup>102</sup>

Grafik yöntemde iki temel adım bulunmaktadır.<sup>103</sup>

-Modelin tüm kısıtlarının sağlandığı uygun çözümleri içeren çözüm alanın belirlenmesi.

-Belirlenen bu çözüm alanındaki bütün noktalar arasından optimum çözümün belirlenmesi.

---

<sup>99</sup> ÖZTÜRK, s.44

<sup>100</sup> ERDOĞAN, s.39

<sup>101</sup> ÖZTÜRK, s.129

<sup>102</sup> KARAYALÇIN İ.İlhami, **Yöneylem ‘Harekat’Araştırması Operatioans Research Kantitatif Karar Verme Yöntemleri**, Mentaş Kitapevi, İstanbul, 1979, s.115

<sup>103</sup> TAHA Hamdy A., **Yöneylem Araştırması**, 4.basım, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2007, s.14

### Grafik Metodunda Maksimum Durumuna İlişkin Bir Örnek

Grafik metodunda maksimum durumuna ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir.<sup>104</sup>

$$Z_{\max} = 5 X_1 + 4 X_2$$

Kısıtlar:

$$6 X_1 + 4 X_2 \leq 24$$

$$X_1 + 2 X_2 \leq 6$$

$$-X_1 + X_2 \leq 1$$

$$X_2 \leq 2$$

$$X_1 \geq 0$$

$$X_2 \geq 0$$

Şekil 2.1'deki gibi  $X_1$ 'i yatay eksen,  $X_2$ 'yi dikey eksen gösterilmektedir.  $X_1 \geq 0$ ,  $X_2 \geq 0$  negatif olmama kısıtları uyarınca çözüm alanı koordinat sisteminin 1. bölgesinde olmaktadır. Kalan dört kısıt bu koordinat sisteminde göstermenin yolu, eşitsizlikleri eşitlikmiş gibi düşünerek bunların doğrularını çizmektir. Daha sonra her eşitsizliğe ait doğruların altında ya da üstünde kalan bölge sözkonusu eşitsizliğin işaretine göre seçilmektedir.

$6 X_1 + 4 X_2 \leq 24$  eşitsizliğini eşitlik olarak yazılırsa  $6 X_1 + 4 X_2 = 24$  olmaktadır. Bu doğruyu çizebilmek için iki farklı noktaya ihtiyacımız olmaktadır.  $X_1 = 0$  için  $X_2$  yi,  $X_2 = 0$  için  $X_1$  i bulmaktır.  $6 X_1 + 4 X_2 = 24$  ten  $X_2 = 6$ ,  $X_1 = 4$ . (0,6), (4,0) noktalarından geçen doğru aradığımız doğrudur. Şekil 2.1 deki 1 numaralı doğrudur. Tüm eşitsizlikler, kendilerine ait olarak çizilen doğrular yardımıyla ( $X_1$ ,  $X_2$ ) düzlemini iki yarım alana ayırmaktadırlar. Bu iki yarım alandan biri eşitsizliği sağlarken diğeri sağlamamaktadır. Hangi tarafın uygun olduğunun belirlenmesi işlemi, (0,0) orijin noktasından yararlanılarak gerçekleştirilmektedir. (0,0) noktası,  $0 * X_1 + 0 * X_2 \leq 24$  olduğundan birinci kısıt sağlamaktadır. Bu da,  $6 X_1 + 4 X_2 \leq 24$  kısıtının uygun tarafının orijinde içermesi demektir.

Optimal çözümü bulmak için Şekil 2.1 de ki uygun çözüm alanının modelin tüm kısıtlarını sağladığı görülmektedir. Bu alan taralı alanın köşe noktalarını

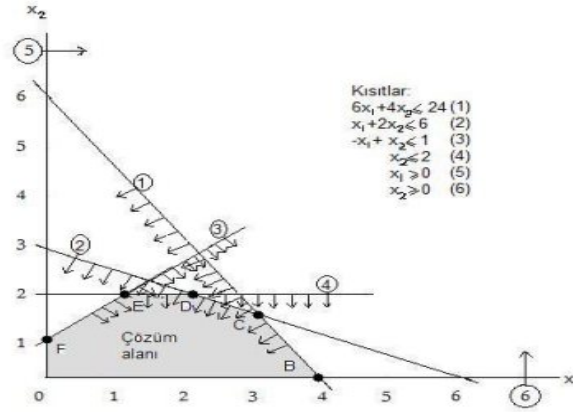
---

<sup>104</sup> TAHA, s.15

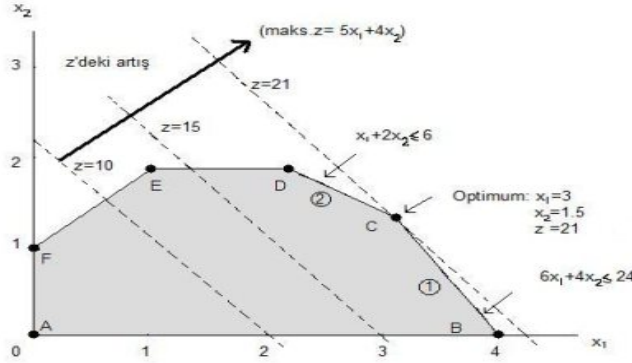
birleştiren doğru parçaları tarafından şekillendirilmiştir. Taralı alanının sınırları üzerindeki herhangi bir nokta tüm kısıtları sağlayan çözüm noktasıdır. Optimum çözümün belirlenmesi için,  $Z = 5 X_1 + 4 X_2$  biçimindeki kâr fonksiyonunun artış yönünün bulunması gerekmektedir. Pratikte  $Z$  ye rastgele iki rakam verilerek (10 ve 15)  $Z_{(\max)}$  nin artış yönü belirlenmektedir. Önce  $5 X_1 + 4 X_2 = 10$  sonra  $5 X_1 + 4 X_2 = 15$  doğruları çizilir. Modelin çözümüne Şekil 2.2 de bu doğrular dahil edilmiştir. Optimum nokta C noktasıdır. C noktası Şekil 2.2 de 1 ve 2 numarayla gösterilen doğruların (  $6 X_1 + 4 X_2 = 24$  ,  $X_1 + 2 X_2 = 6$  ) kesişim noktası olduğundan iki denklemin çözülmesiyle  $X_1 = 3$  ve  $X_2 = 1.5$  bulunur. Amaç fonksiyonu ise

$$Z_{(\max)} = 5 * 3 + 4 * 1.5 = 21 \text{ olarak hesaplanır.}$$

**Şekil2.1. Uygun Çözüm Alanın Belirlenmesi**



### Şekil2.2 Optimum Çözüm Belirlenmesi



#### 2.4.2 Simpleks Metod

Simpleks metod 1947 yılında George B. Danzig tarafından geliştirilmiştir. Bu metodun en önemli özelliği, değişken sayısı çok olan problemlere de kolayca uygulanmasıdır.<sup>105</sup>

##### 2.4.2.1. Simpleks Metodunun Tanımı

Simpleks yöntemi problemin çözümünü bulmak için uygulanması gereken kural ya da izlenmesi gereken sistematik süreçtir. Simpleks bir hesaplama yöntemidir. Doğrusal denklemler sistemi için temel olanaklı çözümler aramaktadır, çözümlerin optimal çözümler olup olmadığını test etmektedir.<sup>106</sup>

Simpleks tek bir noktada en iyi çözüm, birden fazla uç noktada en iyi çözüm, sınırsız çözüm ve uygun çözüm alanı boş gibi karşılaştırılabilir tüm durumlara da cevap vermektedir.<sup>107</sup>

Simpleks uygun bölgenin sınırları üzerinde uç noktaları ziyaret ederek hangi noktada optimal çözümün olduğunu araştırmaktadır.<sup>108</sup> Simpleks metot bu uç noktasından başlayarak optimuma daha yakın bir ikincisine, oradan bir üçüncüsüne

<sup>105</sup> TULUNAY Yılmaz, **Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları**, 3.Baskı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1991, s.207

<sup>106</sup> DOWLING, s.197

<sup>107</sup> KARA, s.65

<sup>108</sup> ERDOĞAN, s.101

atlayarak optimum uç noktasına ulaşılmasını sağlamaktadır. Her atlayışta amaç fonksiyonu optimuma biraz daha yaklaşmakta veya değerini muhafaza etmektedir<sup>109</sup>. Simpleks uygun bir başlangıç noktası olarak amaç fonksiyonunu iyileştiren yönde uygun bölgenin köşe noktalarını kontrol ederek en iyi çözümü veren noktayı bulmaya çalışmaktadır.<sup>110</sup> Simpleks metodu optimum sonuca ulaşılan kadar veya optimal değer bağımsız olduğundan emin olana kadar çözümleri geliştirmek için kullanılmaktadır.<sup>111</sup>

#### 2.4.2.2.Simpleks Metodunda Kullanılan Değişkenler

Simpleks metodunda kullanılan değişkenler; aylak değişkenler, artık değişkenler ve yapay değişkenler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.<sup>112</sup>

*-Aylak Değişkenler (S):* Her bir ' $\leq$ ' eşitsizlik için negatif olmayan aylak değişkeni ' $S$ ' eşitsizliğin sağ tarafı ile sol tarafı arasındaki farkı ifade eder.<sup>113</sup> Aylak değişkenlerin amaç fonksiyonunu etkilememelerinin nedeni ise; aylak değişkenlerin kullanılmayan kapasite ve kaynak miktarını göstermeleridir. Kullanılmayan kapasite ve kaynak miktarı da kârı veya maliyeti etkilemez.

*-Artık Değişkenler (S):* Her bir ' $\geq$ ' eşitsizliği için negatif olmayan artık değişken ' $S$ ' vardır ki, bunun değeri eşitsizliğin sağ ve sol tarafı arasındaki farkı gösterir. Bu değişkenlerin amaç fonksiyonundaki katsayıları kârı etkilememeleri için ' $0$ ' dir.

*-Yapay Değişkenler (R):* ' $\geq$ ' ve ' $=$ ' şeklindeki kısıtların sol tarafına eklenmektedir. Yapay değişkenlerin, maksimizasyon sorunlarında amaç fonksiyonundaki katsayıları ' $-M$ ' minimizasyon sorunlarında ise ' $M$ ' dir.

---

<sup>109</sup> AVRALIOĞLU, s. 80

<sup>110</sup> ERDOĞAN, s.101

<sup>111</sup> MOKHTAR S. Bazaraa, JOHN J. Jarvis, HANİF D. Sherali, s.81

<sup>112</sup> TAHA, s.67

<sup>113</sup> ÖZTÜRK, s.133



Değişkenlerin durumunu aşağıdaki Çizelge 2.1’de özet halinde verilmiştir.

**Çizelge 2.1** Değişkenlerin Durumu

Kısıtlayıcıların Tipi	Kısıtlayıcıların Yönü	Simpleks Yöntem İçin Gerekli Değişkenler	Amaç Fonksiyonuna İlave Edilen Ek Değişkenlerin Değeri Kâr,Max	Amaç Fonksiyonuna İlave Edilen Ek Değişkenlerin Değeri Maliyet Min	Başlangıç Program Değişkeni Olarak Yer Alıp Almadığı
Kaynak ve Max istekler	$\leq$	Aylak değişken (S) eklenir	0	0	Evet
Talep veya Min istekler	$\geq$	Artık değişken (S) çıkarılır	0	0	Hayır
Talep veya Min istekler	$\geq$	Yapay değişken (R) eklenir	-M	+M	Evet
Karışım veya Tam istekler	=	Yapay değişken (R) eklenir	-M	+M	Evet

**Kaynak :** ÖZTÜRK Ahmet, *Yöneylem Araştırması*, 10.Baskı, Ekin Kitapevi,

Bursa, 2005, s.148

#### 2.4.2.3.Simpleks Tablo

Simpleks tabloda amaç fonksiyonu satırındaki Z katsayıları maksimum sorunlarda ‘ 0 ’ ve/veya pozitif, minimum sorunlarda ise negatif olmalıdır. Simpleks yöntem daima uygun bir temel çözümle başlar ve sonra amaç fonksiyonunun daha da iyileştirildiği başka bir uygun temel çözüm aramaya başlamaktadır. Daha iyi başka bir temel uygun değişken ise mevcut temeldışı değişkenlerden birinin sıfır olan değerinde bir artış olmasıyla mümkündür.<sup>114</sup>

<sup>114</sup> TAHA, s.74

Amaç		C <sub>j</sub>								
Katsayısı	Temel		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Çözüm
0	S <sub>1</sub>									
0	S <sub>2</sub>									
0	S <sub>3</sub>									
		Z <sub>j</sub>	0	0	0	0	0	0	0	
		C <sub>j</sub> -Z <sub>j</sub>								

C<sub>j</sub> satırı amaç satırıdır. Z<sub>j</sub> satırı, satırdaki elemanlarda bir değişiklik yapıldığında birim başına kârdaki farkı göstermektedir.<sup>115</sup> Başlangıç simpleks tablosu için bütün Z<sub>j</sub> değerleri ‘ 0 ’ olarak elde edilmiştir. Bu, temelde sadece aylak değişkenlerin bulunmasının doğal bir sonucudur. Başlangıç tablosunu izleyen tablolarda birçok Z<sub>j</sub> değerinin ‘ 0 ’ dan farklı olduğu görülecektir.<sup>116</sup> Yani herhangi bir ürün üretilmemiş, tüm kapasite boş bırakılmıştır.<sup>117</sup> Her bir sütun altındaki Z<sub>j</sub> satırı elemanlarını hesaplamak için aşağıdaki işlem yapılmaktadır.

Birim Gözden Çıkarma = Amaç Katsayısı Sütunu \* Değişkenlerin Katsayı Sütunu

Bu hesaplama tüm satır içi yapılmaktadır. İlerleme veya net değer satırındaki C<sub>j</sub> - Z<sub>j</sub> elemanlar, tablonun üstünde yer alan amaç satırı elemanlarından, bunların karşılık olan gözden çıkarılmış z<sub>j</sub> elemanlarının düşülmesi ile elde edilmektedir.

Birim İlerleme = Birim Kâr (Maliyet) - Birim Gözden Çıkarma.

C<sub>j</sub>-Z<sub>j</sub> satırındaki eleman, ilişkili bulunduğu değişkenden bir birim daha üretildiğinde sağladığı kazanç artışını (minimizasyon problemlerinde ise maliyet azalışını) göstermektedir.<sup>118</sup>

<sup>115</sup> ÖZTÜRK, s.150

<sup>116</sup> TULUNAY, s.220

<sup>117</sup> SARIASLAN, s.100

<sup>118</sup> ÖZTÜRK, s.150

#### 2.4.2.4.Simpleks Metodun Çözümü

Anahtar sütunu seçmek için önce düzenlenmiş simpleks tablosunun  $C_j-Z_j$  satırına bakılmaktadır. Ayrıca amacı maksimize etmek için herhangi bir seçeneğin olup olmadığına bakılmaktadır. Bunun için  $C_j-Z_j$  hesaplanmaktadır.  $C_j$  değişkenlerin amaç fonksiyonundaki birim başına olası katkısını ifade etmektedir.  $Z_j$  değeri de değişkenlerin birim başına gerçekleştirdikleri katkıyı belirtmektedir<sup>119</sup>. Eğer amaç kârın maksimizasyonu ise  $C_j-Z_j$  satırında yer alan en yüksek pozitif değerli eleman seçilir ve onun karşılığı sütun anahtar sütun olur. Eğer amaç maliyetin minimizasyonu ise negatif değerler içinde mutlak değerce en yüksek olan seçilmektedir ve onun karşılığı sütun, anahtar sütun olmaktadır. Buna göre kâr maksimizasyonu probleminde  $C_j-Z_j$  satırında en yüksek pozitif değerli değişken, maliyet minimizasyonu problemlerinde ise mutlak değerce en yüksek negatif değerli eleman işleme girmektedir.<sup>120</sup>

Bu işlemlere maksimizasyon sorunlarında amaç fonksiyonu satırındaki elemanların değeri ' 0 ' veya pozitif, minimizasyon sorunlarında ise ' 0 ' veya negatif olana kadar devam edilir. Bu şart sağlandığı zaman en iyi çözüm sağlanmış olur. En iyi tabloda amaç fonksiyonunun bulunduğu satır ile çözüm sütununun kesiştiği noktadaki değer, amaç fonksiyonun değerini vermektedir.<sup>121</sup>

Çözüm sütunundaki elemanlar anahtar sütunda yer alan elemanlara bölünerek  $b_j/a_{ij}$  oranına ulaşılmaktadır. Paydasında negatif ve sıfır sayıları bulunan oranlar dikkate alınmamaktadır. Oranlar içinde en küçüğü seçilmektedir ve onun karşılığı olan sıra anahtar sıra olurken, temel değişken sütunundaki değişkende işleminden çıkarılmaktadır. Anahtar sıra ile anahtar sütun kesiştiği yerdeki eleman anahtar sayı olmaktadır. İşlemden çıkacak temel değişkenin bulunması için önce temel sıranın bulunması gerekmektedir. Temel sırayı bulmak için yapılacak işlem, anahtar sıranın tüm elemanlarını anahtar sayı ile bölmektir. Anahtar sıra değişkeni (  $S_2$  ) yerini anahtar sayının bulunduğu sütunun değişkenine yani  $X_2$  ye bırakmaktadır. Temel sıranın değişkeni de  $X_2$  olmaktadır.<sup>122</sup> Temel sıra ilk simpleks çözüm tablosunda daha önceki tabloda yer aldığı satırda yer alır. İşlemler yardımı

<sup>119</sup> SARIASLAN, s.114

<sup>120</sup> ÖZTÜRK, s.151

<sup>121</sup> TAHA, s.67

<sup>122</sup> ÖZTÜRK, s.151

ile anahtar sayının bulunduğu yerde 1 ve anahtar sütunun diğer elemanları için 0 elde edilerek tamamlanmaktadır.<sup>123</sup>

Yeni tabloda yer alacak temel sıra dışındaki sıralarında belirlenmesi gerekmektedir. Yeni sırayı bulmak için kullanılacak formül:

$$\text{Yeni sıra elemanı} = \text{eski sıranın elemanı} - (\text{temel sayı} * \text{temel sıra elemanı})$$

Formülde yer alan ifadelerden temel sayı bilinmemektedir. Temel sayı anahtar sayının bulunduğu sütunda  $Z_j$  ve  $C_j - Z_j$  elemanları dışında yer alan elemanlardır. Simpleks yöntemi ile problemin çözümünde optimale ulaşım ulaşmadığını öğrenmek için ilerleme yani  $C_j - Z_j$  satırına bakılmaktadır. Maksimizasyon amaçlı problemlerde çözümün optimal olabilmesi için tüm  $C_j - Z_j$  satırındaki elemanların değeri sıfıra eşit veya sıfırdan küçük olmasıdır.  $C_j - Z_j \leq 0$  Minimizasyon amaçlı problemlerde çözümün optimal olabilmesi için de tüm  $C_j - Z_j$  satırındaki elemanların değeri sıfıra eşit veya sıfırdan büyük olmalıdır.  $C_j - Z_j \geq 0$

Maksimizasyon durumuna ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir.<sup>124</sup>

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Maksimum: } 4x_1 + x_2 + 3x_3 + 5x_4$$

Kısıtlayıcılar:

$$3x_1 + x_2 + x_3 + 6x_4 \leq 20$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 12$$

$$2x_1 + x_2 + 4x_3 + 8x_4 \leq 30$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0.$$

İlk önce sorun standart hale getirilir.

$$\text{Maksimum } Z = 4x_1 + x_2 + 3x_3 + 5x_4 + 0s_1 + 0s_2 + 0s_3$$

Kısıtlayıcılar:

$$3x_1 + x_2 + x_3 + 6x_4 + s_1 = 20$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + s_2 = 12$$

---

<sup>123</sup> TULUNAY, s.224

<sup>124</sup> ÖZTÜRK, s.166

$$2x_1 + x_2 + 4x_3 + 8x_4 + s_3 = 30$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

standart hale getirilen sorunun verileri simpleks tabloya aktarılır.

Başlangıç simpleks tablosu

Amaç		C <sub>j</sub>	4	1	3	5	0	0	0	
Katsayısı	Temel		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Çözüm
0	S <sub>1</sub>		3	1	1	6**	1	0	0	20*
0	S <sub>2</sub>		1	1	1	1	0	1	0	12
0	S <sub>3</sub>		2	1	4	8	0	0	1	30
		Z <sub>j</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0
		C <sub>j</sub> -Z <sub>j</sub>	4	1	3	5*	0	0	0	0

\*Anahtar sütun X<sub>4</sub>, \*Anahtar satır ise S<sub>1</sub> dir. \*\*Anahtar sayı ise 6 dir.

Temel sıra(x <sub>4</sub> ):	1/2	1/6	1/6	1	1/6	0	0	10/3
Eski sıra (s <sub>2</sub> ):	1	1	1	1	0	1	0	12
Eski sıra (s <sub>3</sub> ):	2	1	4	8	0	0	1	30
Yeni sıra (s <sub>2</sub> ):	1/2	5/6	5/6	0	-1/6	1	0	26/3
Yeni sıra (s <sub>3</sub> ):	-2	-1/3	8/3	0	-4/3	0	1	10/3

Birinci simpleks tablosu

Amaç		C <sub>j</sub>	4	1	3	5	0	0	0	
Katsayısı	Temel		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Çözüm
5	X <sub>4</sub>		1/2	1/6	1/6	1	1/6	0	0	10/3
0	S <sub>2</sub>		1/2	5/6	5/6	0	-1/6	1	0	26/3
0	S <sub>3</sub>		-2	-1/3	8/3**	0	-4/3	0	1	10/3*
		Z <sub>j</sub>	5/2	5/6	5/6	5	5/6	0	0	50/3
		C <sub>j</sub> -Z <sub>j</sub>	3/2	1/6	13/6*	0	-5/6	0	0	0

Temel sıra( $x_3$ ): $-3/4$	$-1/8$	1	0	$-1/2$	0	$3/8$	$5/4$
Eski sıra ( $x_4$ ): $1/2$	$1/6$	$1/6$	1	$1/6$	0	0	$10/3$
Eski sıra ( $s_2$ ): $1/2$	$5/6$	$5/6$	0	$-1/6$	1	0	$26/3$
Yeni sıra ( $x_4$ ): $5/8$	$3/16$	0	1	$1/4$	0	$-1/16$	$25/8$
Yeni sıra ( $s_2$ ): $9/8$	$15/16$	0	0	$1/4$	1	$-5/16$	$61/8$

### İkinci Simpleks Tablosu

Amaç		$C_j$	4	1	3	5	0	0	0	
Katsayısı	Temel		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	Çözüm
5	$X_4$		$5/8^{**}$	$3/16$	0	1	$1/4$	0	$-1/16$	$25/8^*$
0	$S_2$		$9/8$	$15/16$	0	0	$1/4$	1	$-5/16$	$61/8$
3	$X_3$		$-3/4$	$-1/8$	1	0	$-1/2$	0	$3/8$	$5/4$
		$Z_j$	$7/8$	$9/6$	3	5	$-1/4$	0	$13/16$	$155/8$
		$C_j - Z_j$	$25/8^*$	$7/6$	0	0	$1/4$	0	$-13/16$	0

Temel sıra( $x_1$ ): 1	$3/10$	0	$8/5$	$2/5$	0	$-1/10$	5
Eski sıra ( $s_2$ ): $9/8$	$15/16$	0	0	$1/4$	1	$-5/16$	$61/8$
Eski sıra ( $x_3$ ): $-3/4$	$-1/8$	1	0	$-1/2$	0	$3/8$	$5/4$
Yeni sıra ( $s_2$ ): 0	$3/5$	0	$-9/5$	$-1/5$	1	$-1/5$	2
Yeni sıra ( $x_2$ ): 0	$1/10$	1	$12/10$	$-2/10$	0	$3/10$	5

### Üçüncü Simpleks Tablosu

Amaç		$C_j$	4	1	3	5	0	0	0	
Katsayısı	Temel		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	Çözüm
4	$X_1$		1	$3/10$	0	$8/5$	$2/5$	0	$-1/10$	5
0	$S_2$		0	$3/5$	0	$-9/5$	$-1/5$	1	$-1/5$	2
3	$X_3$		0	$1/10$	1	$12/10$	$-2/10$	0	$3/10$	5
		$Z_j$	5	$3/2$	3	10	1	0	$1/2$	35
		$C_j - Z_j$	-1	$-1/2$	0	-5	-1	0	$-1/2$	0

Üçüncü simpleks çözüm tablosunda  $C_j - Z_j \leq 0$  olduğundan optimal çözümü veren tablodur.

Buna göre:

$x_1$ : 5 birim

$S_2$ : 2 birim

$x_3$ : 5 birim üretilerek

Maksimum Z: 35 dir.

Minimizasyon durumuna ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir.<sup>125</sup>

Minimizasyon  $Z = 10 y_1 + 6 y_2 + 8 y_3$

Kısıtlayıcılar:

$y_1 + y_2 + 2 y_3 \geq 2$

$5 y_1 + 3 y_2 + 2 y_3 \geq 1$

$y_1, y_2, y_3 \geq 0$

Minimum  $Z = 10 y_1 + 6 y_2 + 8 y_3 + 0 v_1 + 0 v_2 + M A_1 + M A_2$

Kısıtlayıcılar

$y_1 + y_2 + 2 y_3 + A_1 - v_1 = 2$

$5 y_1 + 3 y_2 + 2 y_3 + A_2 - v_2 = 1$

Ve  $y_1, y_2, y_3, v_1, v_2, A_1, A_2 \geq 0$

### Başlangıç Simpleks Tablosu

Amaç		$C_j$	10	6	8	M	0	M	0	
Katsayısı	Temel		$y_1$	$y_2$	$y_3$	$A_1$	$v_1$	$A_2$	$V_2$	Çözüm
M	$A_1$		1	1	2	1	-1	0	0	2
M	$A_2$		5	3	2	0	0	1	-1	1
		$Z_j$	6M	4M	4M	M	-M	M	-M	3M
		$C_j - Z_j$	10-6M	6-4M	8-4M	0	M	0	M	

<sup>125</sup> ÖZTÜRK, s.159-167

Temel sıra ( $y_1$ ): 1	0.6	0.4	0	0	0.2	-0.2	0.2
Eski sıra ( $A_1$ ):1	1	2	1	-1	0	0	2
Yeni sıra: ( $A_1$ ):0	0.4	1.6	1	-1	0.2	0.2	1.8

### Birinci Simpleks Mtodo

Amaç		$C_j$	10	6	8	M	0	M	0	
Katsayısı	Temel		$Y_1$	$y_2$	$y_3$	$A_1$	$v_1$	$A_2$	$V_2$	Çözüm
M	$A_1$		0	0.4	1.6	1	-1	-0.2	0.2	1.8
10	$y_1$		1	0.6	0.4	0	0	0.2	-0.2	0.2
		$Z_j$	10	0.m+6	1.6M+6	M	-M	2-0.2M	0.2M-2	1.8M+2
		$C_j-Z_j$	0	-0.4m	4-1.6M	0	M	1.2M-2	2-0.2M	

Temel sıra( $y_3$ ):2.5	1.5	1	0	0	0.5	-0.5	0.5
Eski sıra ( $A_1$ ):0	0.4	1.6	1	-1	-0.2	0.2	1.8
Yeni sıra ( $A_1$ ):-4	-2	0	1	-1	-1	1	1

### İkinci Simpleks Tablosu

Amaç		$C_j$	10	6	8	M	0	M	0	
Katsayısı	Temel		$y_1$	$y_2$	$y_3$	$A_1$	$v_1$	$A_2$	$V_2$	Çözüm
M	$A_1$		-4	-2	0	1	-1	-1	1	1
8	$Y_3$		2.5	1.5	1	0	0	0.5	-0.5	0.5
		$Z_j$	-4m+20	-2m+12	8	M	-M	-M+4	M-4	M+4
		$C_j-Z_j$	4M-10	2M-6	0	0	M	2M-4	-M+4	

Temel sıra( $v_2$ ):-4	-2	0	1	-1	-1	1	1
Eski sıra ( $y_3$ ):2.5	1.5	1	0	0	0.5	-0.5	0.5
Yeni sıra ( $y_3$ ): 0.5	0.5	1	0.5	-0.5	0	0	1



### Üçüncü Simpleks Tablosu

Amaç		$C_j$	10	6	8	M	0	M	0	
Katsayısı	Temel		$y_1$	$Y_2$	$y_3$	$A_1$	$v_1$	$A_2$	$V_2$	Çözüm
0	$V_2$		-4	-2	0	1	-1	-1	1	1
8	$Y_3$		0.5	0.5	1	0.5	-0.5	0	0	1
		$Z_j$	4	4	8	4	-4	0	0	8
		$C_j-Z_j$	6	2	0	M-4	4	M	0	

$C_j - Z_j \geq 0$  olduğundan ulaştığımız son simpleks çözüm tablosu problemin optimal çözüm değerini vermektedir.  $y_3 = 1$  ,  $v_2 = 1$  ,  $y_1 = 0$  ,  $y_2 = 0$  ,  $v_1 = 0$  ,  $\min_z = 8$  TL dir.

### 2.4.3.İki Faz Tekniği

Eşitsizlikleri eşitlik haline çevirirken kullanılan yapay değişkenlerin katsayıları olan ‘ M ’ amaç fonksiyonundaki diğer katsayılardan birkaç misli büyük değerler yüklenmektedir. M için uygun değer seçilemezse geçersiz bir çözüm verecektir.<sup>126</sup> Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için iki faz tekniği geliştirilmiştir. İki faz tekniğinin içeriği şöyledir:

*Birinci faz:* ilk önce, amaç fonksiyonu yapay değişkenler cinsinden yazılmaktadır. Eğer maksimizasyon sorunu ise;  $r_{\max} = -R_1 - R_2 - \dots - R_k$ , minimizasyon sorunu ise;  $r_{\min} = R_1 + R_2 + \dots + R_k$  şeklinde düzenlenmektedir. Burada kullanılan R ‘  $\geq$  ’ ve ‘ = ’ şeklindeki kısıt sayısı kadar olmaktadır. Çözüme geçildiğinde ilk önce amaç fonksiyonu satırındaki yapay değişkenlerin katsayıları ‘ 0 ’ yapılmalıdır. Daha sonra simpleks metodunun çözüm yöntemleri uygulanmaktadır.

*İkinci faz:* Birinci fazdan sonra son simpleks tablonun Z satırına, yapay değişkenler atılarak, amaç fonksiyonunun özgün katsayıları yerleştirilir ve birinci fazın temel çözümü, ikinci faz için başlangıç temel çözümünü oluşturmaktadır. Daha sonra en iyi çözüm bulunana kadar simpleks metodundaki işlemler yapılmaktadır.<sup>127</sup>

<sup>126</sup> HALAÇ Osman, **Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)**, Evrim Dağıtım, İstanbul, 1991, s.397

<sup>127</sup> TAHA, s.86-90

#### 2.4.4 Dual Simpleks Metod

Dual simpleks yöntem bir problemin dualine simpleks yöntemin uygulanmasıdır.<sup>128</sup> Dual simpleks metodu dual uygunluk ve dual optimumluk şartlarına dayanmaktadır.

*Dual uygunluk koşulu:* Simpleks tabloda çözümden çıkan değişken, çözüm sütununda negatif değere sahip olan temel değişkenler içinden mutlak değerce en büyüğü olarak seçilmektedir. Eşitlik halinde herhangi biri alınır. Eğer tüm temel değişkenler negatif değilse çözüme ulaşılmaktadır.

*Dual Optimumluk Koşulu:* Simpleks tabloda, temel olmayan değişkenlerin amaç fonksiyonu satırındaki katsayıları, çıkan değişken satırı elemanlarından negatif olanlara oranlanmaktadır. Çözümden çıkan değişkenin satırdaki ‘ 0 ’ ve pozitif değerler oranlanmamaktadır. Sadece negatif değerler oranlanmaktadır. Minimum sorunlarda en küçük oranı veren, maksimum sorunlarda ise; oranlardan en küçük mutlak değerli olan sütuna ait değişken çözüme giren değişken olmaktadır. Eğer bütün değerler pozitif veya ‘ 0 ’ ise, sorunun olurlu çözümü yoktur. Çözüme giren ve çıkan değişkenler belirlendikten sonra simpleks metodundaki işlemler yapılır.<sup>129</sup>

#### 2.4.5.Dualite Kavramı

Birçok fiziksel problemde olduğu gibi olayların değişkenleri arasındaki ilgiler amaca göre farklı biçimler almaktadır. Örneğin, kazancın maksimum kılınması, zararın minimum kılınmasıyla ilgilidir. Bunlar sadece probleme bakış çeşitleridir. Bunlardan birinin çözümü bazen diğerine de açıklık getirmektedir. Bu problemlerin özel bir simetriklik gösteren grubuna dual problemler denilmektedir. Bu problemlerden önce çözümlene primal, bunun ters (simetri) olan probleme de dual problem denilmektedir. Birçok durumda primal ve dual problemin çözümünde yakın bir ilişki vardır.<sup>130</sup>

Her doğrusal programlama problemi kendisiyle ilgili olan dual doğrusal programlama problemiyle ilişkilendirilmektedir. Bu problemlerden biri

---

<sup>128</sup> ÖZTÜRK, s.216

<sup>129</sup> TAHA, s.127

<sup>130</sup> BAKOĞLU, s.102

minimizasyonsa diğeri maximizasyondur.<sup>131</sup> Bu problemin ilişkili olduğu bir ikiz problemidir. Eğer primal bir maksimum problem ise dualı minimum problem veya bunun tersi olmaktadır. Maksimum problemlerin değişkenlerini  $Z$  ,  $X_1$  ,  $X_2$  , ...,  $X_n$  ve minimum problemlerin değişkenlerini de  $y_0$  ,  $y_1$  ,  $y_2$  ,...,  $y_n$  olarak tanımlanmaktadır.<sup>132</sup>

Dualite teorisi, primal ve dual problemler arasındaki ilişkiden optimal çözümün elde edilmesini sağlamaktadır.

Primal ve dual problemlerde değişken ve kısıtlayıcı sayısı farklı olduğundan birinin diğerinden daha kolay çözülmesini sağlamaktadır. Ayrıca her bir primal kısıt için bir dual değişken vardır ve her dual değişkene karşılık geldiği kısıtın sağ tarafındaki değerlerdeki bir birimlik artışa karşılık gelen değişim oranını ifade etmektedir. Bu nedenle dual değişkenler marjinal maliyet olarak da adlandırılmaktadır.<sup>133</sup>

Normal maksimum veya minimum problemin dualinin bulunması:<sup>134</sup>

- Optimizasyon yönü tersine çevrilir, dualde minimizasyon maksimizasyon ve maksimizasyonda minimizasyon haline gelmektedir.
- Kısıtlardaki eşitsizlik işaretleri tersine çevrilir. Ama karar değişkenleri için söz konusu olan negatif olmama kısıtları kalmaktadır.
- Birincildeki kısıtların katsayı matrisindeki satırlar dualdeki kısıtların matrisinde sütunlar durumuna çevrilmektedir.
- Birincildeki hedef fonksiyonun katsayılarını içeren satır dualdeki kısıtlar için sabitler sütunu çevrilmektedir.
- Birincildeki kısıtların sabitler sütunu, dualdeki hedef fonksiyonun katsayılar satırını oluşturmaktadır.

---

<sup>131</sup> LUENBERGER David G., **Linear and Nonlinear Programming**, 2nd ed, Boston: Kluwer Academic, 2003, s.85

<sup>132</sup> ÖZTÜRK, s.202

<sup>133</sup> ERDOĞAN, s.42

<sup>134</sup> DOWLING, s.201

- Primal problemin kısıtlayıcı katsayılarını [A] matrisi ile ifade edildiğinde

$$[A]= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{bmatrix}$$

$$[A']= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \\ a_{13} & a_{23} \end{bmatrix}$$

dual problemin kısıtlayıcı matrisi [A'] olmaktadır.

Dualite kavramına ilişkin bir örnek aşağıda verilmiştir.<sup>135</sup>

X<sub>1</sub>: Haftada üretilecek gömlek sayısı

X<sub>2</sub>: Haftada üretilecek piston sayısı

Z: Toplam haftalık kâr

Primal problem:

$$\text{Maksimum } Z = 3 X_1 + 4 X_2$$

Kısıtlayıcılar:

$$X_1 + 1.5 X_2 \leq 750 \text{ torna zamanı kısıtlayıcısı}$$

$$0.5 X_2 \leq 200 \text{ kaplama zamanı kısıtlayıcısı}$$

$$X_1 + X_2 \leq 600 \text{ çelik miktarı kısıtlayıcısı}$$

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0$$

Dual problem:

$$\text{Minimum } y_0 = 750 y_1 + 200 y_2 + 600 y_3$$

Kısıtlayıcılar:

$$y_1 + y_3 \geq 3$$

$$1.5 y_1 + 0.5 y_2 + y_3 \geq 4 \text{ ve } y_1, y_2, y_3 \geq 0$$

Burada y<sub>1</sub>, y<sub>2</sub>, y<sub>3</sub> değişkenleri, ek bir birim torna zamanının, ek bir birim kaplama zamanının ve ek 1 kg çeliğin marjinal değerini göstermektedir.

---

<sup>135</sup> ÖZTÜRK, s.222

$$\text{Maksimum } Z = 3 X_1 + 4 X_2 + 0 S_1 + 0 S_2$$

Kısıtlayıcılar:

$$X_1 + 1.5 X_2 + S_1 = 750$$

$$0.5 X_2 + S_2 = 200$$

$$X_1 + X_2 + X_3 = 600 \text{ ve } X_1, X_2, S_1, S_2, S_3 \geq 0$$

$$\text{Dual problem : Minimum } y_0 = 750 y_1 + 200 y_2 + 600 y_3 + 0 v_1 + MA_1 + 0v_2 + MA_2$$

Kısıtlayıcılar

$$y_1 + y_3 - v_1 + A_1 = 3$$

$$1.5 y_1 + 0.5 y_2 + y_3 - v_2 + A_2 = 4 \text{ ve } y_1, y_2, y_3, v_1, v_2, A_1, A_2 \geq 0$$

Optimal çözüm tablosu:

(3. Tabloda ulaşılmaktadır)

Amaç		C <sub>j</sub>	3	4	0	0	0	
Katsayısı	Temel		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Çözüm
3	X <sub>1</sub>		1	0	-2	0	3	300
4	X <sub>2</sub>		0	1	2	0	-2	300
0	S <sub>2</sub>		0	0	-1	1	1	50
		Z <sub>j</sub>	3	4	2	0	-1	2100
		C <sub>j</sub> -Z <sub>j</sub>	0	0	-2	0	-1	

Primal optimal simpleks çözüm tablosunun verdiği sonuçlara göre haftalık kârını en çoklamak yani 2100 TL olması için, şirket yöneticisi bir haftada 300 tane gömlek ve 300 tane piston üretimine karar vermelidir.

Dual problemin optimal çözümünü bulmak için önce başlangıç simpleks tablosu düzenlenir ve sonra simpleks çözüm yöntem işlemleri izlenerek optimal çözüme ulaşılmaktadır.

### Başlangıç Simpleks Dual Tablosu

Amaç		$C_j$	750	200	600	0	0	M	M	
Katsayısı	Temel		$y_1$	$y_2$	$y_3$	$v_1$	$v_2$	$A_1$	$A_2$	Çözüm
+M	$A_1$		1	0	1	-1	0	1	0	3
+M	$A_2$		1.5	0.5	1	0	-1	0	1	4
		$Z_j$	2.5	0.5M	2M	-M	-M	M	M	7M
		$C_j - Z_j$	750-2.5M	200-0.5M	600-2M	M	M	0	0	

### Dual Problemin Optimal Çözüm Tablosu

Amaç		$C_j$	750	200	600	0	0	M	M	
Katsayısı	Temel		$Y_1$	$y_2$	$y_3$	$v_1$	$v_2$	$A_1$	$A_2$	Çözüm
600	$Y_3$		0	-1	1	-3	2	3	-2	1
750	$Y_1$		1	1	0	2	-2	-2	2	2
		$Z_j$	750	150	600	-300	-300	300	300	2100
		$C_j - Z_j$	0	50	0	300	300	M-300	300	

Simpleks ve dualin karşılaştırılması:<sup>136</sup>

Amaç fonksiyonunun optimal değeri primal ve dual için aynıdır. Eğer optimal çözümde herhangi bir dual değişken temel değişken olarak yer alırsa, onun primal problemdeki karşılığı olan aylak değişkenin değeri ' 0 ' olmaktadır. Dual probleminin temel değişkenlerinin optimal çözüm değerleri primal simpleks çözüm tablosunda aylak değişkenlerin altındaki  $Z_j$  satırındaki veya  $C_j - Z_j$  satırında ters işaretli olarak bulunmaktadır. Primal problemin optimal çözümünde amaç fonksiyonu denkleminin aylak değişkenlerin katsayıları, dual değişkenlerin optimal değerlerini vermektedir. Primal değişkenlerin optimal değeri dual optimal simpleks çözüm tablosunda artık değişkenlerin altındaki  $C_j - Z_j$  satırında bulunmaktadır.

<sup>136</sup> ÖZTÜRK, s.225

#### 2.4.6. Dual Problemlerin Ekonomik Açıklaması Ve Gölge Fiyatlar

Dual model değişkenlerinin optimal değerleri gölge fiyatlar olarak adlandırılırlar.<sup>137</sup> Dual modelde ise karar değişkenlerinin en iyi değerine, bu karar değişkenlerinin ilgili oldukları kısıt kaynakların veya daha geniş bir ifade ile primal modelde ilgili oldukları kısıtların gölge fiyatları denilmektedir.<sup>138</sup>

Gölge fiyatlar herhangi bir üretim kaynağının miktarını bir birim arttırılması veya azaltılması durumunda amaç fonksiyonunda meydana gelebilecek artış veya azalış olarak tanımlanmaktadır.

Gölge fiyatları firmanın elindeki verilerin sayılarını arttırarak yöneticiye karar vermede yardımcı olmaktadır. Yönetici gölge fiyatı yüksek olan girdiden az, gölge fiyatı düşük olan veya ' 0 ' olan girdilerden daha çok kullanım yoluna giderek toplam üretim maliyetini (gölge fiyatlarına göre ) en küçük yapmaya çalışacaktır.

Sonuç olarak doğrusal programlama modelinin yöneticilere gerek mikro ve gerekse makro düzeydeki kararlarında oldukça yararlı olduğu görülmektedir. Yönetici firmada ek kaynak kullanımı ile üretimin nerede kârlı olacağını ve yatırımlar için hangi alanların çekici olacağı konusunda bir sürü kararları, fırsat ve gölge fiyatlar kavramını kullanarak öğrenmektedirler. Ayrıca gölge fiyatlar optimal kaynak dağılımının bir göstergesi olduğundan piyasa fiyatlarının gölge fiyatlardan ne kadar sapma gösterdiğini belirlemek ve de bu sapmayı önlemek için hangi politikaların yönetici tarafından yürütülmesi konusunda bilgi vermektedir.<sup>139</sup>

Gölge fiyatları tam rekabet ortamında ulaşılabilecek fiyatlardır. Fakat uygulamada tam rekabet ortamından uzaklaşmış olunması, piyasa fiyatlarının da gölge fiyatlardan sapmasına yol açmaktadır.<sup>140</sup>

Örnekteki durum ele alınırsa; birinci dual kısıtlayıcı, bir gömlek üretimi için istenen bir saatlik torna zamanı ile 1 kg çeliğin marjinal değerinin yani marjinal maliyetlerinin toplamı bir gömleğin sağlayacağı 3TL'lik kâra eşit olmaktadır. İkinci dual kısıtlayıcıda, bir piston üretimi için gerekli olan 1.5 saatlik torna zamanının, 0.5 saatlik kaplama zamanının ve 1 kg çeliğin marjinal değerinin toplamı 1 pistonun

---

<sup>137</sup> TULUNAY, s.264

<sup>138</sup> ÖZGÜVEN Cemal, **Doğrusal Programlama**, Erciyes Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları No:1, Kayseri, 1986, s.211

<sup>139</sup> ÖZTÜRK, s.231

<sup>140</sup> ÖNEY Erden, **Doğrusal Programlama ve Türk Ekonomisine Uygulama Denemesi**, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1971, s.37

sağlayacağı 4 TL'lik kârdan az olmamalıdır. Dual problemlerinde, elverişli kaynakların en etkin dağıtımı, tüm kaynakların toplam marjinal değerlerini (maliyetlerini) kısıtlayıcılara bağlı kalarak ürün kârından az olmayacak şekilde en küçükleme yani minimumu yapılarak bulunabilir.

Primal simpleks çözüm tablosunda, primal temel olmayan değişkenlerin altındaki  $Z_j - C_j$  veya  $C_j - Z_j$  elemanları dual problemin temel değişkeni olmakta ve bunlar kaynakları bir birim arttırmanın marjinal verimini yani gölge fiyatını göstermektedirler. Primal temel değişkenlerin altına  $Z_j - C_j$  satırındaki elemanlar dual temel olmayan değişkenleri vermektedir. Bu temel olmayan değişkenlerin karşılığı olan aylak değişken değerleri de malların birim fırsat maliyetini göstermektedir.<sup>141</sup> Primal tabloda, temel olmayan değişkenler  $S_1$  ve  $S_3$  ve temel değişkenler,  $X_1$ ,  $X_2$  ve  $S_2$  dir. Buna göre gölge fiyatlar  $y_1 = 2$  ve  $y_3 = 1$  fırsat maliyeti ise  $v_1=0$ ,  $v_2=0$  dir. Artık değişken  $v_1$  sıfır olduğundan gömlek üretimine gidecek kaynakların marjinal değeri tam olarak gömleğin birim kârına eşittir. Bu durum piston üretimi içinde aynıdır. Gömlek ve piston üretiminin fırsat maliyeti sıfır olduğundan her ikisinin üretimi firma için kârlıdır. Eğer artık değişkenlerin değeri sıfırdan dan büyük olursa o malın üretimi için kullanılacak kaynakların marjinal değeri kârı aşacağından zarar söz konusudur. Bu nedenle söz edilen mal üretilmemektedir.

#### 2.4.7.Duyarlılık Analizleri

Duyarlılık analizi, doğrusal programlama probleminin mevcut optimum çözümüne ulaşıldıktan sonra uygulanmaktadır. Hedef, mevcut çözüm değişmeden modelin katsayılarında değişiklik olup olmadığını ve eğer değişiklik olmuşsa yeni bir optimuma etkili bir şekilde nasıl ulaşılacağını belirlemektir.<sup>142</sup>

Duyarlılık analizi doğrusal programlamanın parametrelerindeki değişmelerin optimal çözümü nasıl etkilediği ile ilgilidir.<sup>143</sup> Bu nedenle duyarlılık analizi bir çözüm yöntemi değil, belirlenen optimal çözümün problemde verilen katsayıların hangi değişme alanı içinde geçerli olduğunu belirtmeyi amaçlayan bir optimallik

---

<sup>141</sup> ÖZTÜRK, s.235

<sup>142</sup> TAHA, s.141

<sup>143</sup> ÖZTÜRK, s.236



durumu sonrası çalışmasıdır. Böyle bir çalışmanın yapılabilmesi için önce problemin optimal çözümünün bulunması gerekmektedir.<sup>144</sup>

Duyarlılık analizine duyulan gereksinimin nedeni ise;<sup>145</sup>

-Yöneticiler sadece optimum çözüm ile ilgilenmezler, aynı zamanda sınırlayıcı koşullarda, fiyat veya maliyetlerde veya kaynakların her mamulün birimi başına harcanan miktarında meydana gelecek değişimler sonunda ne olacağını da bilmek ister.

-Yöneticiler; değişkenlerin katsayılarındaki değişikliklere göre en iyi çözümlerin ne olacağını bilmek isterler.

Duyarlılık analizleri, 'Olurluluğu Etkileyen Değişkenler' ve 'En İyiği Etkileyen Değişkenler' olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.<sup>146</sup>

### ***Olurluluğu Etkileyen Değişkenler***

Olurluluğu etkileyen değişkenler; kısıtların sağ tarafındaki değişkenler ve yeni kısıtların ilave edilmesi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

*Kısıtların Sağ Tarafındaki Değişkenler:* Bir kısıtlayıcı denkleminde aylak değişken yer alıyorsa kullanılmayan üretim faktörleri var demektir.<sup>147</sup> Aylak değişkenler çözümde ise o aylak değişkenin çözümündeki değer kadar fazlalık var demektir. Aylak değişkenin çözümündeki değerinden belirli miktarda azalma yapılırsa çözüm değişmemektedir. Ancak kaynaktan aylak değişkenin değeri kadar bir azalma yapılırsa aylak değişken çözümden çıkar. Aylak değişkenlere ilişkin duyarlılık analizleri, gölge fiyatlarının kaynaklardaki ( $b_i$ ) değişimler karşısında hangi alan içinde geçerli olduğunu belirleme olanağı verir. Amaç fonksiyonu katsayılarına ilişkin duyarlılık analizleri de, aynı biçimde gölge fiyatlarının, yani en iyi çözüm sonucunun hangi alan içinde geçerli olduğunu, ( $c_j$ ) değerlerine ilişkin olarak belirlenmesini sağlar. Böylece gölge fiyatların geçerlilik alanı  $b_i$  ve  $c_j$  katsayılarındaki değişimlere ilişkin olarak kolaylıkla belirlenmektedir.<sup>148</sup>

---

<sup>144</sup> SARIASLAN, s.192

<sup>145</sup> TULUNAY, s.407

<sup>146</sup> TAHA, s.111-163

<sup>147</sup> ÖZTÜRK, s.147

<sup>148</sup> SARIASLAN, s.197

*Yeni Bir Kısıt İlave Edilmesi:* Yeni kısıtlayıcının probleme eklenmesi eldeki optimal çözümün olabirliliğini etkileyecektir.<sup>149</sup> Mevcut bir modele yeni bir kısıtın eklenmesi aşağıdaki iki durumdan birine sebep olmaktadır.<sup>150</sup>

-Çözüm süreci sonunda elde edilen optimum çözüm yeni kısıtı sağlarsa, hiçbir sorun yoktur. Yeni sınır optimum çözümün değişmesine yol açmaz ve dolayısıyla söz konusu çözüm optimum olma özelliğini korumaktadır.

-Optimum çözüm yeni sınırı sağlamazsa optimum olma özelliğini kaybetmektedir. Yeni sınır optimum çözümün değişmesine başka bir çözümün optimum olmasına yol açmaktadır.

### ***En İyiliği Etkileyen Değişkenler***

En iyiliği etkileyen değişkenler; amaç fonksiyonu katsayılarındaki değişiklikler, teknolojik katsayılardaki değişiklikler ve yeni bir değişkeninin eklenmesi olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

*Amaç Fonksiyonu Katsayılarındaki Değişiklikler:* Bu değişimlerin problemin optimallliği üzerine etkisi vardır.<sup>151</sup> Ancak değişimler temeldeki (başlangıç temel çözümde yer alan ) veya temel olmayan (başlangıç temel çözümde yer almayan) değişkenlerin katsayılarındaki fark kadar olabilir.<sup>152</sup>

*Teknolojik Katsayılarındaki Değişiklikler:* Katsayılar matrisini oluşturan vektörlerden birinin veya birkaçının değişimi ile ilgilidir. Yani simpleks tabloda bir değişkenin altında bulunan katsayılarıdır. Teknolojik katsayılar, ürün ve kaynaklar arasındaki teknolojik ilişkileri temsil ederler. Yeni teknolojik katsayıları ilgili dual sınırlayıcı koşulda yerine konulduğunda gölge fiyatı etkilemediği görülür. Teknolojik değerlerdeki değişiklikler dualin olurluluğunu etkileyebilmektedirler.<sup>153</sup>

*Yeni Bir Değişkenin Eklenmesi:* Yeni değişkenin eklenmesi optimallik ile ilgilidir.<sup>154</sup> Yeni bir değişken eklemek gerektiğinde bunun çözümü değiştirip değiştirmediğini belirlemek için üretim faktörlerinin gölge fiyatına ve probleme eklenen değişkenin amaç fonksiyonunda yer alacak olan  $C_j$  katsayısına bakmak gerekir. Eğer bu değişkenin tüketeceği üretim faktörlerinin gölge fiyatı toplamı,

---

<sup>149</sup> ÖZTÜRK, s.258

<sup>150</sup> ÖZGÜVEN, s.231

<sup>151</sup> TAHA, s.154

<sup>152</sup> TULUNAY, s.409

<sup>153</sup> TULUNAY, s. 409

<sup>154</sup> TULUNAY, s.410

sağladığı katkıdan fazla ise bu değişken çözüme girmeyecektir. Çözüme alınırsa zarara neden olacaktır. Minimizasyon durumunda ise tam tersi bir durum olmaktadır. Böylece değişken çözüme girmeyeceği için bulunan optimal çözüm geçerlidir. Bu durumun tersi bir durum olursa yani değişkenin  $C_j$  katsayısı gölge fiyatlar toplamından büyük ise amacı maksimize etmek için bu değişkenin çözüme girmesi gerekecektir. Bu ise bulunan çözümün artık geçerli olmadığını gösterir. Böylece problemi yeni baştan çözmeden optimal çözüm sonucuna göre ve belirlenen gölge fiyatlarına dayalı olarak çözümün geçerliliği konusunda bir karara varılır.<sup>155</sup>

---

<sup>155</sup> SARIASLAN, s.199

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE ÜRETİM PLANLAMASININ MOBİLYA SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI

#### 3.1.TÜRKİYE'DE MOBİLYA SEKTÖRÜ

Düşük teknoloji ve sermaye ile emek yoğun faaliyet gösterdiği görülen mobilya sektörü, hızlı bir dönüşüm geçirerek geçmiş yıllara oranla çok daha fazla bilgi ve sermaye yoğun bir sektör olma yolunda ilerlemektedir. Ülkemizde mobilya endüstrisinde çoğunluğu geleneksel yöntemlerle faaliyet gösteren atölye tipi, küçük ölçekli işletmeler ağırlıktadır.<sup>156</sup> Küçük boy işletmeler, üretimin büyük bir bölümünü karşılamakla birlikte tamamen iç pazara, hatta yerel pazara yönelik üretim ve alım satım yapmakta, diğer yandan yeni mamul üretimiyle birlikte bakım onarım gibi ikincil işlemler yapmaktadırlar. Bu tür işletmelerin yükü hammadde ihtiyacına odaklanmakta olup işletme giderleri göreceli olarak daha azdır.<sup>157</sup>

1990'lı yıllardan itibaren orta ve büyük ölçekli işletmelerin katılımlarıyla ülke imalat endüstrisi içinde %3'lük üretim katkısıyla bilgi ve sermaye ağırlıklı imalat kolu olmuştur. Üretim miktarı değerlendirmelerinde net resmi bir rakam belirtilmemekle birlikte üretici firma sayısı, üretim miktarları, satış fiyatları, ihracat rakamları ile birlikte değerlendirildiğinde ve inşaat sektörünün büyüklüğüyle sektördeki kayıt dışılık dikkate alındığında Türkiye mobilya sektörü üretiminin 6 milyar Dolar'ı aştığı düşünülmektedir. Türkiye imalat sanayinin de 2005 yılı rakamlarıyla %8'lik büyüme ile en hızlı büyümeyi gerçekleştiren sektörlerden birisi olmuştur.<sup>158</sup>

Avrupa Birliği ihracatta Türkiye'nin en önde gelen pazarı konumundadır. Çizelge 3.1'de mobilya ve ağaç ürünleri ihracatının ülkelere ve yıllara göre dağılımı gösterilmektedir.

---

<sup>156</sup> Devlet Planlama Teşkilatı, Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013, **Ağaç Ürünleri Ve Mobilya Sanayi**, Ankara, 2007, s.125

<sup>157</sup> KAYACIKLI Tamer ve EMİL Taluy, **Dünya'da ve Türkiye'de Mobilya Sektörü**, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:2003-19, İstanbul, 2003, s.20

<sup>158</sup> Dokuzuncu Kalkınma Planı, s.125-132

**Çizelge:3.1.** Mobilya Ve Ağaç Ürünleri İhracatının Ükelere Ve Yıllara Göre Dağılımı (bin Dolar)

Ülke	1997	1998	1999	2000	2001	Ocak- mart 2001	Ocak- mart 2002
<b>Almanya</b>	12257	19486	31964	41226	49599	12449	12387
<b>Hollanda</b>	9081	11973	12708	14497	16167	4610	3997
<b>İsrail</b>	3010	4152	10799	14041	15722	3826	5166
<b>Fransa</b>	4203	6331	9931	9884	12718	3170	3487
<b>Avusturya</b>	6542	7936	8009	6360	10818	2914	1987
<b>A.B.D</b>	2457	2654	3839	7109	7762	1580	2525
<b>S.Arabistan</b>	2049	3394	4521	5690	5683	834	1803
<b>Belçika</b>	1485	2965	3096	3911	5251	1604	1528
<b>İngiltere</b>	947	1719	4841	3573	5190	744	1785
<b>Yunanistan</b>	1090	1747	2274	2463	4985	1014	1712
<b>Rusya</b>	10292	7180	2646	3032	4167	648	737
<b>Danimarka</b>	1583	1524	1460	2708	3710	1080	670
<b>Azerbaycan</b>	4793	5692	3940	3101	2781	864	703
<b>Romanya</b>	2252	1823	2164	2892	2482	518	745
<b>Türkmenistan</b>	3692	2852	2852	3958	2138	359	927
<b>Toplam</b>	65733	81428	105044	124445	149173	36214	40159

*Kaynak:* Dünya’da ve Türkiye’de Mobilya Sektörü, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:2003-19: s.20

Ülkelere göre mobilya ihracatının dağılımı incelendiğinde, Almanya'nın her yıl öne çıktığı görülmektedir. Toplama ihracat içinde Almanya'nın payı 1997'de %13,5 , 1998 de %17,6 , 1999 da %22,8 , 2000 de %23,2 ve 2001 de %25,2 ile her yıl hem birinci sıradaki yerini korumuş hem de her yıl toplam ihracattaki payını arttırmıştır.

Almanya'ya 2001 yılında yapılan yaklaşık 50 milyon Dolar tutarındaki ihracat o yıla kadar bir ülkeye yapılan en yüksek mobilya ihracatı rakamı olarak yerini almıştır. Almanya'yı takip eden Hollanda'nın ihracattaki payı ise, 1997-2001 yıllarında, sırasıyla %9,9 , %10,8 , %9,1 , %8,1 , %8,2 dir. Üçüncü sırada yer alan İsrail'e ihracat son 5 yılda % 500 gibi büyük bir ilerleme göstermiş olup, payı 1997-2001 yıllarında sırasıyla %3,3 , %3,7 , %7,7 , %7,9 ve %8 ile oldukça kararlı bir artış göstermiştir. Bu ülkeye 2002 yılının ilk diliminde de bir önceki yılın aynı dilimine göre %35'lik bir artış gösteren ihracat, geleceğe yönelik oldukça umutlu mesajlar vermektedir. İlk 15 ülke içinde 3 ülkenin (Rusya, Azerbaycan, Türkmenistan) dağılan Sovyetler Birliği sonrası kurulan ülkeler olması (Kazakistan ilk 20 içerisinde yer almaktadır) hedef pazarlar arayan Türkiye için gelecek yıllardaki ihracat stratejilerine bir yol haritası vermeye müsait bir konum göstermektedir. Ancak dikkat çekici olan nokta Rusya'nın durumudur. Yıllarca ilk üçten düşmeyen Rusya federasyonuna yapılan ihracat 1999 yılından sonra büyük bir gerileme yaşamış ve 1997'de 10 milyon Dolar'ın üzerindeki bir miktardan 2001 de 4 milyon Dolar seviyesine gerilemiştir.<sup>159</sup>

Mobilya ihracatı yapan firmaların illere göre dağılımı Çizelge 3.2'de gösterilmektedir. Firma sayıları ve ihracat değerleri karşılaştırıldığında; Kayseri'de firma başına 683 bin Dolar'lık ihracat rakamı ile büyük ölçekli firmalar, İstanbul'da 48 bin Dolar'lık ortalama ihracat rakamı ile ağırlıklı olarak küçük ölçekli firmalar öncelik almaktadır. Firma başına ihracat değeri sıralamasında Kayseri, Kocaeli ve Bursa Türkiye ortalamasının üstünde, diğer iller Türkiye ortalamasının altında ihracat gerçekleştirmektedir. İhracat miktarının düşük kalmasında sektörün iç piyasaya dönük yapılanması yanında modern üretim tezgâhlarının yeterince kullanılmayışı da önemlidir. Finansman problemleri ve dış pazarlar konusunda bilgi eksikliği ihracatta karşılaşılan diğer önemli sorunlar arasında yer almaktadır.<sup>160</sup>

<sup>159</sup> Türkiye ve Dünya'da Mobilya Sektörü, s. 36

<sup>160</sup> Dokuzuncu Kalkınma Planı, s.134

**Çizelge:3.2** Mobilya İhracatı Yapan firmaların İllere Göre Dağılımı (bin Dolar)

İLLER	FİRMA SAYISI	İHRACAT DEĞERİ	FİRMA BAŞINA İHRACAT	TOPLAM PAY %
KAYSERİ	219	149495	683	33
İSTANBUL	2331	111479	48	24
BURSA	394	65256	166	14
ANKARA	417	36833	88	08
İZMİR	340	22613	67	05
KOCAELİ	53	13826	261	03
DİĞERLERİ	984	245538	61	13
TOPLAM	4778	645040	97	100

*Kaynak: Dış Ticaret Müsteşarlığı, 2006*

Türkiye mobilya ithalatında başta İtalya ve Almanya olmak üzere AB ülkelerini tercih etmektedir. Hangi ülkeden hangi yılda ne kadar ithalat yapıldığı Çizelge 3.3’de görülmektedir.

**Çizelge:3.3** Türkiye’de Mobilya İthalatının Yıllara Göre Dağılımı (bin Dolar)

Ülke	1997	1998	1999	2000	2001	Ocak- mart 2001	Ocak- mart 2002
İtalya	64585	71923	49380	60056	36043	12514	5062
Almanya	23299	26604	25310	37639	24285	9176	3943
Fransa	19184	19358	24631	23394	16166	5094	2804
A.B.D	10960	10582	10576	15732	8386	3360	1109
İngiltere	10378	11955	8603	7142	7155	1644	1878
İspanya	12290	10647	5636	5267	3827	1561	1335
Avusturya	1875	2235	2948	2230	2256	1227	366
Kanada	399	1106	2750	5016	1707	900	18
Hollanda	3337	4140	1933	4649	1567	398	356
Belçika	3151	1332	1581	1700	870	381	72
Toplam	149458	159882	133348	162825	102262	36255	16943

**Kaynak:** Dünya’da ve Türkiye’de Mobilya Sektörü, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:2003-19: s.33

Çizelge 3.3’de görüldüğü gibi mobilya ihracatında dünya da birinci sırada bulunan İtalya’dan yapılan ithalat büyük farkla birinci sırada yapılmaktadır. Özellikle 1998 yılında İtalya’dan yapılan 71 milyon Dolar’lık ithalat bugüne kadar bir ülkeden yapılan en büyük mobilya ithalatı rakamıdır. 1997’den 2001 yılına kadar İtalya’dan yapılan ithalat miktarı, toplam mobilya ithalatında 1997’de %40,1 , 1998’de %40,2 , 1999’da %33,4 , 2000’de % 32,3 ve 2001’de %31,3 oranında paya sahiptir. 2001 yılında ithalatta yaşanan büyük düşüşün haricinde 2002 yılının ilk üç



ayındaki rakamlara bakıldığında da 2001 yılının aynı dönemine oranla bütün ülkelerden yapılan ithalat rakamlarından da büyük bir gerileme kaydedilmiştir. Bu gerilemenin 2002 yılı boyunca, özel tüketim harcamalarının gerilemesine bağlı olarak, devam edeceği tahmin edilmektedir.<sup>161</sup>

Dünya mobilya üretimi yaklaşık 220 milyar Dolar olup bunun 150 milyar Dolar'lık bölümü üretici ülkelerde tüketiciye sunulurken 70 milyar Dolar'ı aşan bölümü uluslararası ticarete konu olmaktadır. Bu rakam dünya toplam ürün ihracatının %1'lik bölümüne karşılık gelmektedir. Türkiye'nin altı milyar Dolar'lık üretim kapasitesi ile dünya mobilya üretiminin % 2,7'sini oluşturmakla birlikte, 645 milyon Dolar ile dünya mobilya ihracatından % 0,92 pay almaktadır. Mobilya dış ticaretinde son altı yılda göze çarpan başlıca gelişim mobilya pazarının dışa açılma oranındaki artış olup 2050 yılında bu pazarın 1 trilyon Dolar'ı geçeceği tahmin edilmektedir.

Türkiye nüfusunun genç ve dinamik olması, yeni evlilikler, kişi başına düşen milli gelirin iyileşmesi yanında sektörün iç piyasaya yönelik olması dikkate alındığında 2007 – 2013 arasında yurtiçinden önemli miktarda bir talebin gelmesi beklenmektedir. Ülke içinde 2005 rakamlarıyla yaklaşık olarak 5,5 milyar Dolar'lık mobilya tüketimi söz konusudur.<sup>162</sup>

Türkiye'de mobilya sektöründe kısa sürede yapısal değişmelere ihtiyaç vardır. Özellikle eğitim, kalite ve teknolojik gelişmeye önem vermek gerekmekte, rekabet gücünü arttırmak için acilen AB standartlarının yakalanması gerekmektedir. Sektörün en büyük noksanlığı teknolojik gelişmelerdir. Faaliyette bulunan firmaların makine parkurlarını tamamlayarak seri üretim teknolojilerine geçmeleri zorunludur. Bunun yanında sektör envanteri çıkarılarak, mevcut makinelerin verimli kullanımı içinde strateji geliştirilmelidir. Sektör, işletme büyüklüğü ve yapısı ne olursa olsun kalite anlayışı esas olan bir yaklaşımla işletme faaliyetlerini düzenlemek durumundadır. Bu yaklaşımın uygulamaya konulması ise işletmelere kısa sürede uluslararası rekabet şansını yakalama fırsatı sağlayacaktır.<sup>163</sup>

---

<sup>161</sup> Dünya'da ve Türkiye'de Mobilya Sektörü, s. 32

<sup>162</sup> Dokuzuncu Kalkınma Planı, s.138-150

<sup>163</sup> ONUR Güven, **Japonya Ahşap Mobilya Piyasası**, İGEME Araştırma ve Geliştirme Merkezi, Ankara, 1997, s.7

### **3.2. YATAK SEKTÖRÜ VE FABRİKA İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER**

Bu bölümde mobilya sektörü içinde yer alan ABC Mobilya İmalatı A.Ş nin çalışma alanları ve fabrika içi bilgiler verilecektir.

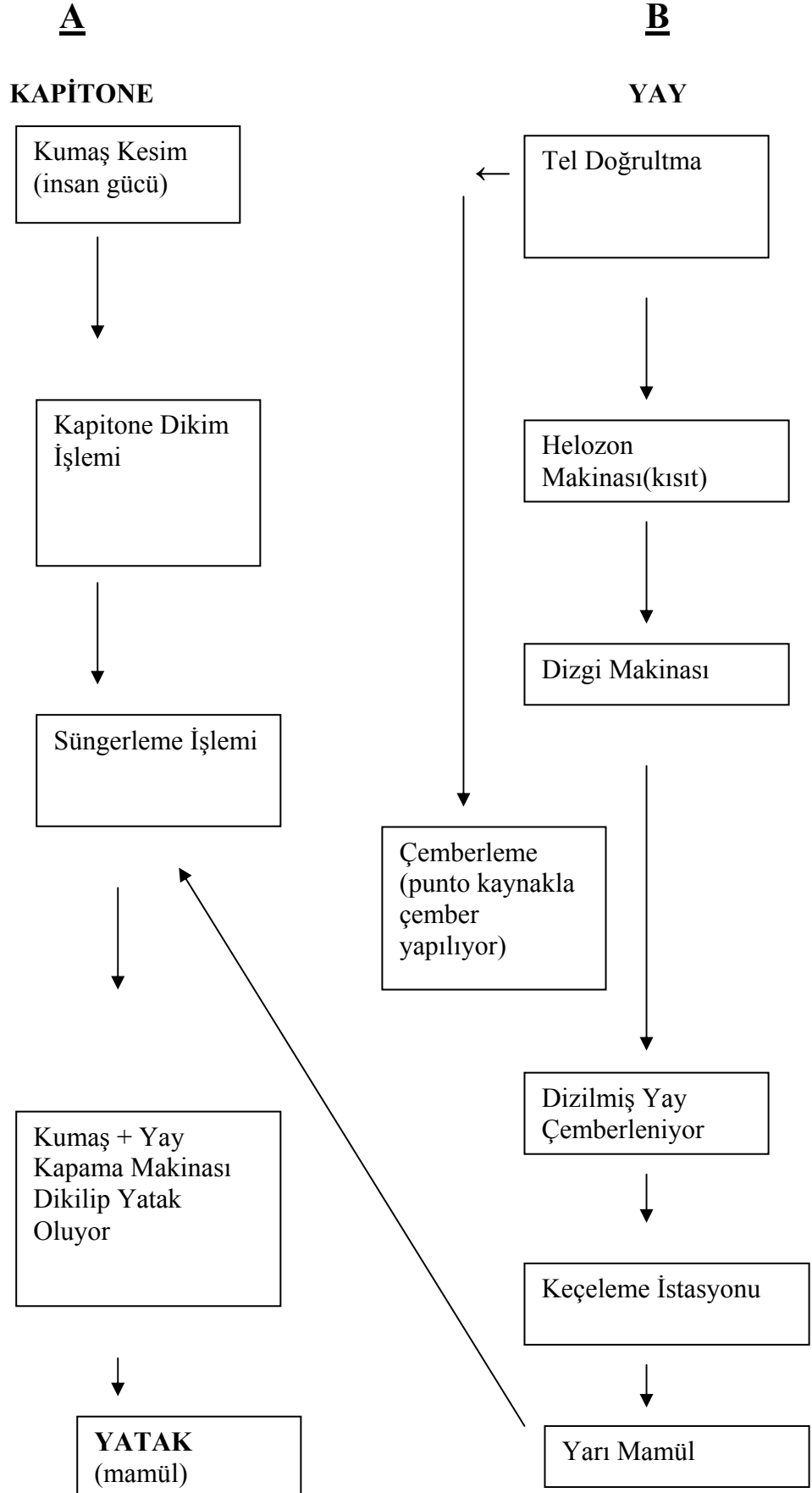
ABC MOBİLYA üretim faaliyetlerine 1978 yılında Manisa’da başlamıştır. ABC MOBİLYA toplam 22.500 m<sup>2</sup> açık, 24.000 m<sup>2</sup> kapalı alanda üretim gerçekleştirmektedir. Halen kanepeler, oturma grubu ve yatak alanında faaliyet gösteren 14.000 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip olan merkez sisteminde 5.000 adet/ay kapasite ile kanepeler ve 450 takım/ay ile oturma grubu üretilmektedir. 2009 yılı itibarıyla 250 kişilik istihdam 60’ın üzerinde ürün çeşidi ve 350’nin üzerinde bayi ağı mevcuttur. Ayrıca ABCD isimli 2. bir markası mevcuttur.

Üretim Süreci: Şekil 3.1’de firmada bulunan yatak bölümü üretim şekli verilmiştir;

Fabrikanın ihtiyacı olan tel dışarıdan temin edilmektedir. Fabrikaya gelen tel 3 çeşittir. Helezon yay 2mm, dizgi teli 1.30 mm ve çember tel 3 mm dir. Rulo halinde gelen tel, tel doğrultma odasında doğrultulur ve belirli ebatlarda kesilir. Aynı anda helezon makinesine giren 2 mm tel burada helezon şekline getirilir. Helezonlar dizilir. Dizilen yaylar ilk kısımda doğrultulan tel ile çemberlenmektedir. Çemberlenen yaylar keçeleme istasyonuna alınır. Dışarıdan hazır olarak alınan iki çeşit keçe burada yay sisteminin üzerine kaplanır. Diğer istasyonda hazır olarak alınan kumaş toptanlarından kapitone dikimi için kumaş kesilir. Kesilen kumaşların üzerine desen verilir. Kumaşın altına diğer istasyondan getirilen sünger konulur. En son istasyonda kapama makinesi ile keçe ve kumaş dikişir. Yatak oluşturulur.

Şekil 3.1. Yatak Bölümü Üretim Şekli

## YATAK ÜRETİMİ



### 3.3.UYGULAMA

Modelin oluşturulmasında belirlenen dönem 3 yıldır. Modeldeki tüm veriler 2007-2008-2009-2010 (2010 yılı ocak ve şubat ayı verileri kullanılmıştır.) faaliyet yıllarına aittir. Fabrikanın bir günlük üretim kapasitesi; kapitone desen makinesinin, helezon (yay) imal makinesinin, helezon (yay) dizgi makinesinin ve yatak kaplama makinesinin zamanı dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Fabrikanın iş gücü temininde herhangi bir problem yoktur. İş gücü arzı hiçbir ürünün üretimini kısıtlamadığından modeldeki kısıtlar arasında yer almamıştır. Yine fabrikanın dışından temin edilen hammadde yönünden de herhangi bir kısıt söz konusu değildir.

Üretim miktarı satış ve makine kapasitesi ile sınırlıdır. Üretim düzeyi sıfır ve sıfırdan büyük değerler alacaktır.

Fabrikada üretilen ürünler 90\*190 yatak, 150\*200 yatak, 160\*200 yatak, 100\*200 yatak, 90\*190 ortopedik yatak 150\*200 ortopedik yatak, 160\*200 ortopedik yatak, 100\*200 ortopedik yatak olmak üzere 8 adettir. Ortopedik yatak ve normal yatak arasında sünger bakımından dansite farkı vardır. Dansite bir yoğunluk farkı olup dansitesi yüksek olan ürünün kalitesi ve ortopedikliği yüksektir.

Modelde, ürünlerin aylık üretim miktarları aşağıdaki sembollerle gösterilmektedir.

$X_1$ :90\*190 yatak aylık üretim miktarı

$X_2$ :150\*200 yatak aylık üretim miktarı

$X_3$ :160\*200 yatak aylık üretim miktarı

$X_4$ :100\*200 yatak aylık üretim miktarı

$X_5$ :90\*190 ortopedik yatak aylık üretim miktarı

$X_6$ :150\*200 ortopedik yatak aylık üretim miktarı

$X_7$ :160\*200 ortopedik yatak aylık üretim miktarı

$X_8$ : 100\*200 ortopedik yatak aylık üretim miktarı

### 3.3.1. Maliyetin Hesaplanması:

#### *-Kapitone ve gri sünger için*

Bu kısımda kapitone (yatak yüzü) ve gri sünger hesaplanmaktadır.

**Çizelge 3.4.** Sünger Maliyetleri

Hammadde Adı	Birim	Birimfiyat
Kumaş	m <sup>2</sup>	6,00 TL
Sünger 28 Dans	m <sup>3</sup>	217,00 TL
Sünger 32 Dans	m <sup>3</sup>	230,00 TL

90\*190 yatak için

Kapitone için; 93\*193 kumaş kesilmektedir. 1,79 m<sup>2</sup> dir. Maliyet çizelgesinde m<sup>2</sup> fiyatını 6 TL olarak vermektedir.

$$1,79*6 = 10,74 \quad 10,74*2 \text{ (alt ve üst)} = 21,48$$

Gri sünger için; 93\*193\*3 sünger kesilmektedir. (Ortopedik yataklarda dansite farkından dolayı yükseklik 5 cm alınacaktır). 0,053 m<sup>3</sup> dur. Maliyet çizelgesinden 28 dansite sünger için m<sup>3</sup> fiyatının 217 TL olarak vermektedir.

$$0,053*217=11,50 \quad 11,50*2 = 23 \text{ TL}$$

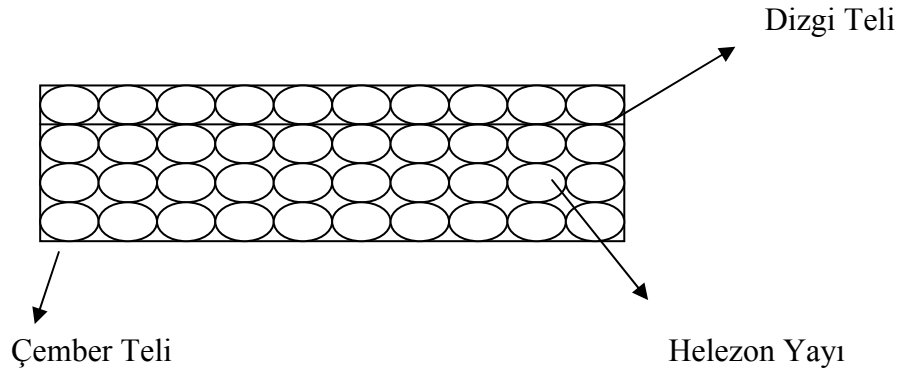
Yan kumaşlar için (193+93+193+93)\*19=1,08 m<sup>2</sup> dir. 1,08\*6=6,48 TL dir. (Ortopedik yataklarda yükseklik dansite den dolayı 21 cm alınacaktır.)

$$\text{Kumaş ve sünger için yapınla maliyet} = 21,48+23,00+6,48 = 50,96$$

#### *-Tel için*

Aşağıdaki şekilde yatağın yay (tel) sistemi gösterilmektedir. Yay sistemi 3 kısımdan meydana gelir; helezon yay (yuvarlak yaylar) 2 mm, dizgi teli (yuvarlak yayları birbirine tutturmaya yarayan yaylar) 1,30 mm ve çember teli (helezon yayları toplu halde tutan çember teli) 3 mm. 90\*190 ebatındaki yatakta 26\*12 helezon yayı mevcuttur.

**Şekil 3.2.** Yatak Tel Biçimleri



Çizelgede 3.5’de 90\*190 yatak için kullanılan yayın kg miktarı ve fiyatı verilmektedir. Çizelgede görülen sert keçe ve jütlü keçe gri süngerle kapitone arasına serilen keçedir. 90\*190 yatak için standart olarak gelmektedir ve maliyeti çizelgede görülmektedir.

**Çizelge 3.5.** 90\*190 yatak İçin Kullanılan Yay Miktarı

Cinsi	Birim /kg	Fiyat	Tutar
Tel	9,4	2	18,8 TL
Sert Keçe	1,5	1,6	2,4 TL
Jütlü Keçe	1,4	1,2	1,68 TL

Yay ve Keçe için maliyet: 22,88 TL dir.

Toplam hammadde maliyeti: 50,96+22,88 = 73,84 TL dir.

Diğer yatak ebatlarının maliyet değerleri ise Çizelge 3.6.’da görülmektedir.

**Çizelge 3.6. Yatak Maliyet Değerleri**

	Ölçü	Kap. M <sup>2</sup>	G.sün m <sup>3</sup>	Yan kumaş	Tel Kg	S.keçek g	J.keçe Kg	Hammadde maliyeti
<b>X1</b>	93*193	1,79	0,053	1,08	9,4	1,5	1,4	73,84
<b>X2</b>	153*203	3,10	0,093	1,35	16,5	2,59	2,42	125,7
<b>X3</b>	163*203	3,30	0,099	1,39	17,6	2,76	2,58	133,6
<b>X4</b>	103*203	2,09	0,063	1,16	11,0	1,75	1,63	86,13
<b>X5</b>	93*193	1,79	0,089	1,2	9,4	1,5	1,4	92,5
<b>X6</b>	153*203	3,10	0,15	1,49	16,5	2,59	2,42	155,18
<b>X7</b>	163*203	3,30	0,16	1,53	17,6	2,76	2,58	165,08
<b>X8</b>	103*203	2,09	0,1	1,28	11	1,75	1,63	105,51

### **3.3.2.Makine Kısıtları:**

Makine kapasite kısıtının oluşturulabilmesi için 1 saate üretilen yatak miktarlarının bilinmesi gerekmektedir. Yatak modelleri 90\*190 yatak için  $26*12=312$  adet helezon yayı gereklidir. Makine 1,2 saniyede 1 helezon yayı yapabilmektedir.  $312*1,2 = 374$  saniye (6,24 dakika ) da yatak için gerekli yayı temin edilmiş olur. Yay dizgi makinesinde ise 26 sıra adet helezon yayı 28 saniye de dizildiğinden 12 sıra için  $28*12=336$  (5,6 dakika ) da dizgilemiş olur. Çemberleme makinesi ise 40 saniye (0,67 dakika) da çemberleme yapabilmektedir. 90\*190 yatak için en uzun süre 6,24 dakikayla helezon yayı üretimi olmaktadır. Helezon yayı üretilirken diğer yay grupları, yatak kapama ve keçeleme tamamlanmış olacağından ürünün tamamlanma süresini hesaplarken en uzun süre olan 6,24 dakika kullanılmaktadır.

**Çizelge:3.7. Yatak Modellerinin Tamamlanma Süreleri**

TÜR	DESEN MAK.	HELEZON MAK.	YAY DİZGİ MAK.	ÇEMBER MAK.	YATAK KAPAMA	KEÇELE	TOP Dakika/ Yatak
X1	2,5	6,24	5,6	0,67	4,75	5,05	6,24
X2	5	10,8	9,66	0,91	5,62	5,30	10,8
X3	5,10	11,33	10,15	1	5,79	5,40	11,33
X4	2,8	7,01	6,28	0,75	4,83	5,10	7,01
X5	2,5	6,24	5,6	0,67	4,95	5,05	6,24
X6	5	10,8	9,66	0,91	5,82	5,30	10,8
X7	5,10	11,33	10,15	1	6,00	5,40	11,33
X8	2,8	7,01	6,28	0,75	5,03	5,10	7,01

Fabrikada bulunan üretim hattı günde net 7 saat çalışmaktadır. 7 saat 420 dakikadır.

Bu hesaplardan sonra makine kısıt;

$$6,24 X1 + 10,8 X2 + 11,33 X3 + 7,01 X4 + 6,24 X5 + 10,8 X6 + 11,33 X7 + 7,01 X8 \leq 10080$$

Firmada genel giderler (işçi+elektrik+sigorta+nakliye+su+...) olarak aylık 21.000 TL gider göstermektedir. 1 ay içerisinde 24 iş günü çalışılmaktadır.  $21.000/24=875$  TL günlük gider mevcuttur. Bir gün içerisinde 420 dakika mesai yapılmaktadır. 90\*190 yatak ise 6,24 dakikada üretilmektedir.  $420/6,24=67,3$  adet yatak üretilmektedir. Bu rakam 1 gün içerisinde, firmada aralıksız olarak çalışıldığında (üst limit) maksimum 67 adet yatak üretildiğini göstermektedir. Günlük gider ise 875 TL olarak verilmektedir.  $875/67=13,05$  TL. Bu rakam 1 yatak başına genel üretim gideridir. Yani yatak için hammadde gideri 73,84 TL verilmektedir

$73,84+13,05=86,89$  TL yatak için toplam maliyetdir. Gerekli işlemler yapıldıktan sonra diğer yatak çeşitlerinin toplam maliyetleri Çizelge 3.8’de gösterilmektedir.



**Çizelge 3.8** Yatak Çeşitlerinin Birim Maliyetleri

ÜRÜN	HAMMADDE MALİYETİ	GENEL GİDERLER	TOPLAM MALİYET
X1	73,84	13,05	86,89
X2	125,7	23,02	148,72
X3	133,6	23,64	157,24
X4	86,13	14,83	100,96
X5	92,5	13,05	105,55
X6	155,18	23,02	178,2
X7	165,08	23,64	188,72
X8	105,51	14,83	120,34

Ürünlerin birim kârları, amaç fonksiyonunun katsayılarını oluşturur. Ürünlerin birim kârları, satış fiyatlarından birim maliyetlerin çıkarılması ile bulunmuştur. Aşağıdaki Çizelge 3.9’da yatak çeşitlerinin birim kârları gösterilmektedir.

**Çizelge 3.9.** Yatak Çeşitlerinin Birim Kârları

Ürün Adı	Birim Maliyet	Birim Satış Fiyatı	Birim Kâr
X1	86,89	127,42	40,53
X2	148,72	219,49	70,77
X3	157,24	227,31	70,07
X4	100,96	147,81	46,85
X5	105,55	152,42	46,87
X6	178,2	264,49	86,29
X7	188,72	276,71	87,99
X8	120,34	177,81	57,47

Çizelge 3.9’e göre bakıldığında amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$Z_{\max}=40,53 X_1 + 70,77 X_2 + 70,07 X_3 + 46,85 X_4 + 46,87 X_5 + 86,29 X_6 + 87,99 X_7 + 57,47 X_8$$

### 3.3.3.Ürünlerin Alt Ve Üst Üretim Kısıtları

Fabrikadan alınan veriler doğrultusunda, ürünlerin üretim miktarlarının alt ve üst kısıtları aylık olarak aşağıdaki gibi tespit edilmiştir. Aşağıda her ürünün üretilebileceği üst sınır kısıtları görülmektedir

$X_1$	$\leq 1.616$
$X_2$	$\leq 934$
$X_3$	$\leq 890$
$X_4$	$\leq 1.438$
$X_5$	$\leq 1.616$
$X_6$	$\leq 934$
$X_7$	$\leq 890$
$X_8$	$\leq 1.438$

Alt kısıt oluşturulurken;

Geçmiş 36 aya ait yatak satış rakamları incelendiğinde yatak satışlarında mevsimlik değişmeden kaynaklanan bir dalgalanmanın olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Geçmiş 36 ay verileri kullanılarak her bir ürün için basit doğrusal regresyon modeli oluşturularak gelecek yılın 12 aylık talep tahmini yapılmıştır. Bunların ortalaması alınarak aylık talep tahmini bulunmuştur.

Her bir ürün için oluşturulan regresyon modeli Çizelge 3.10'da görülmektedir. Doğrusal trend modeli tahmin edilmiş olup ve bağımsız değişken ( X ) zamanı, bağımlı değişken ( Y ) ilgili ürüne ilişkin talep miktarını ifade etmektedir.

ÜRÜNLER	REGRESYON MODELİ	AYLIK ORTALAMA TAHMİN
<b>X<sub>1</sub></b>	$Y_{x1}=85,41+2,44x$	190
<b>X<sub>2</sub></b>	$Y_{x2}=120,11+0,75x$	153
<b>X<sub>3</sub></b>	$Y_{x3}=91,04+0,44x$	111
<b>X<sub>4</sub></b>	$Y_{x4}=112,46-0,35x$	98
<b>X<sub>5</sub></b>	$Y_{x5}=156,72-1,73x$	84
<b>X<sub>6</sub></b>	$Y_{x6}=173,87-2,44x$	71
<b>X<sub>7</sub></b>	$Y_{x7}=110,74-0,79x$	77
<b>X<sub>8</sub></b>	$Y_{x8}=116,8+0,39x$	134

**Çizelge 3.10.** Yatak Çeşitleri İçin Oluşturulan Regresyon Modeli

Bu hesaplamalardan sonra her bir ürün için alt üretim sınır değerleri aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$$X_1 \geq 190$$

$$X_2 \geq 153$$

$$X_3 \geq 111$$

$$X_4 \geq 98$$

$$X_5 \geq 84$$

$$X_6 \geq 71$$

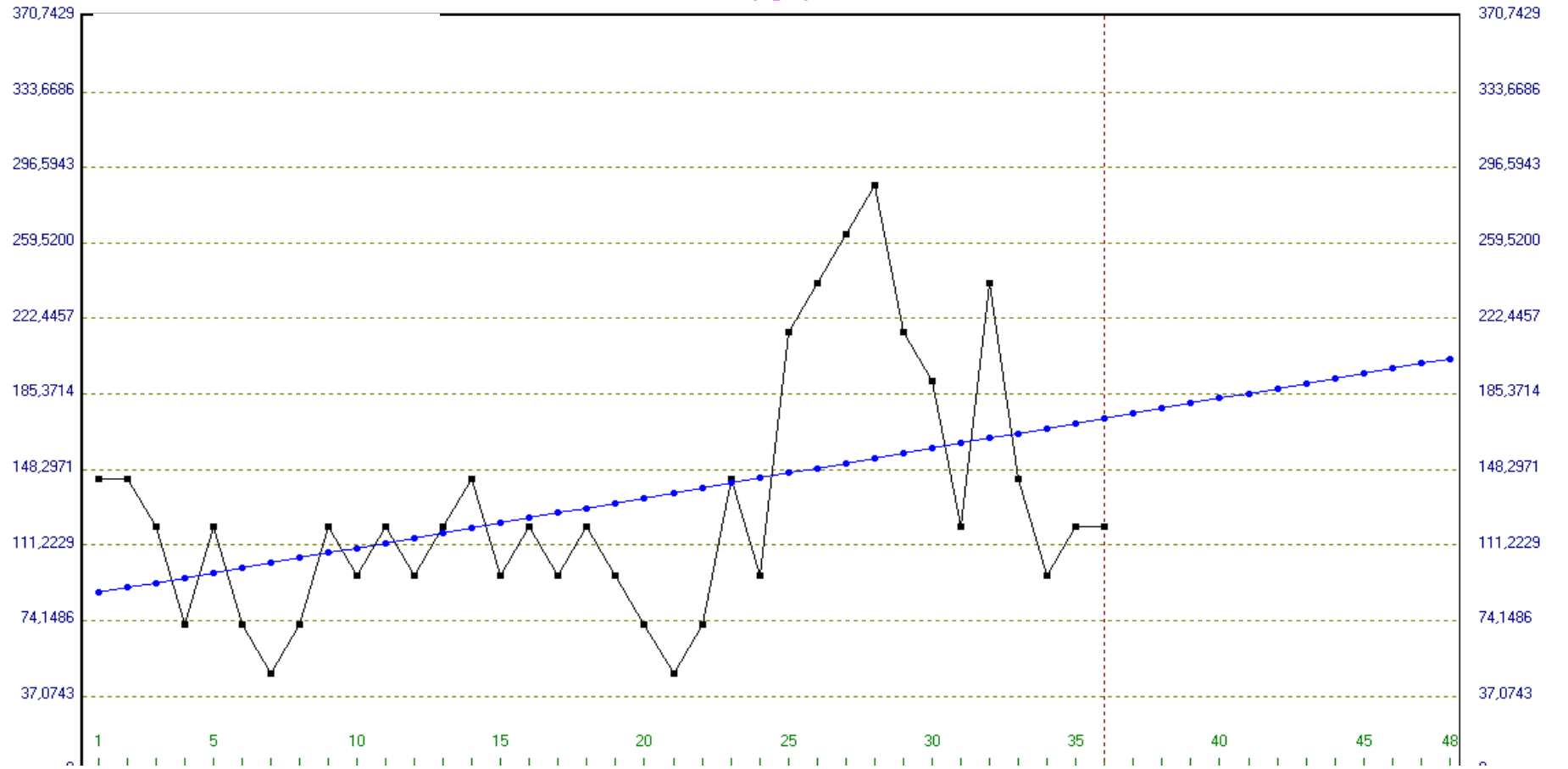
$$X_7 \geq 77$$

$$X_8 \geq 134$$

Her bir ürün için oluşturulan regresyon denklemleri sonucunda yapılan talep tahmin sonuçları ve grafiği aşağıda verilmiştir.

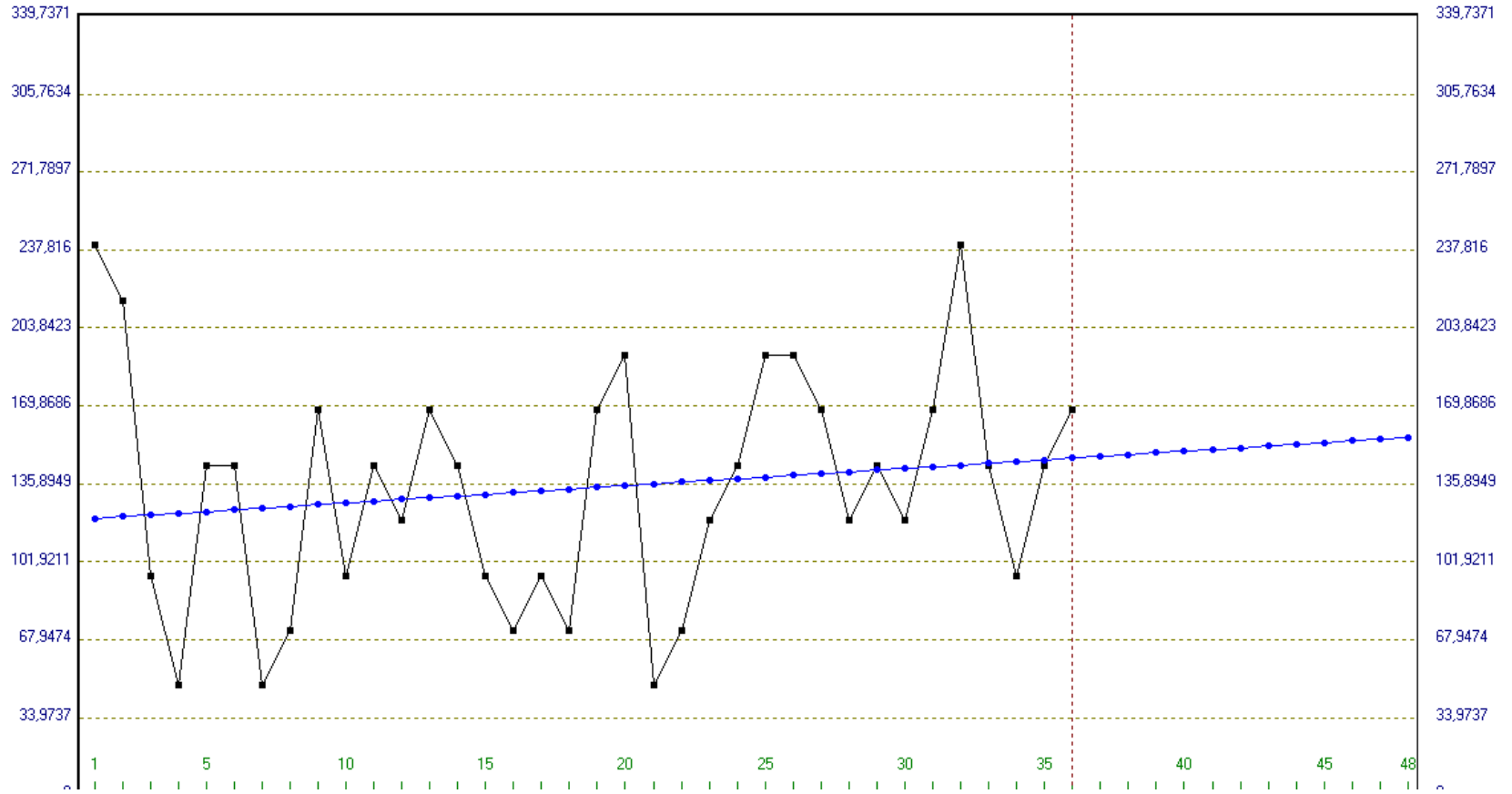
Şekil 3.3. 90\*190 Yatak İçin Regresyon Modeli

$X_1 \rightarrow 90*190$  Yatak. Regresyon modeli:  $Y_{x1}=85,41+2,44x$



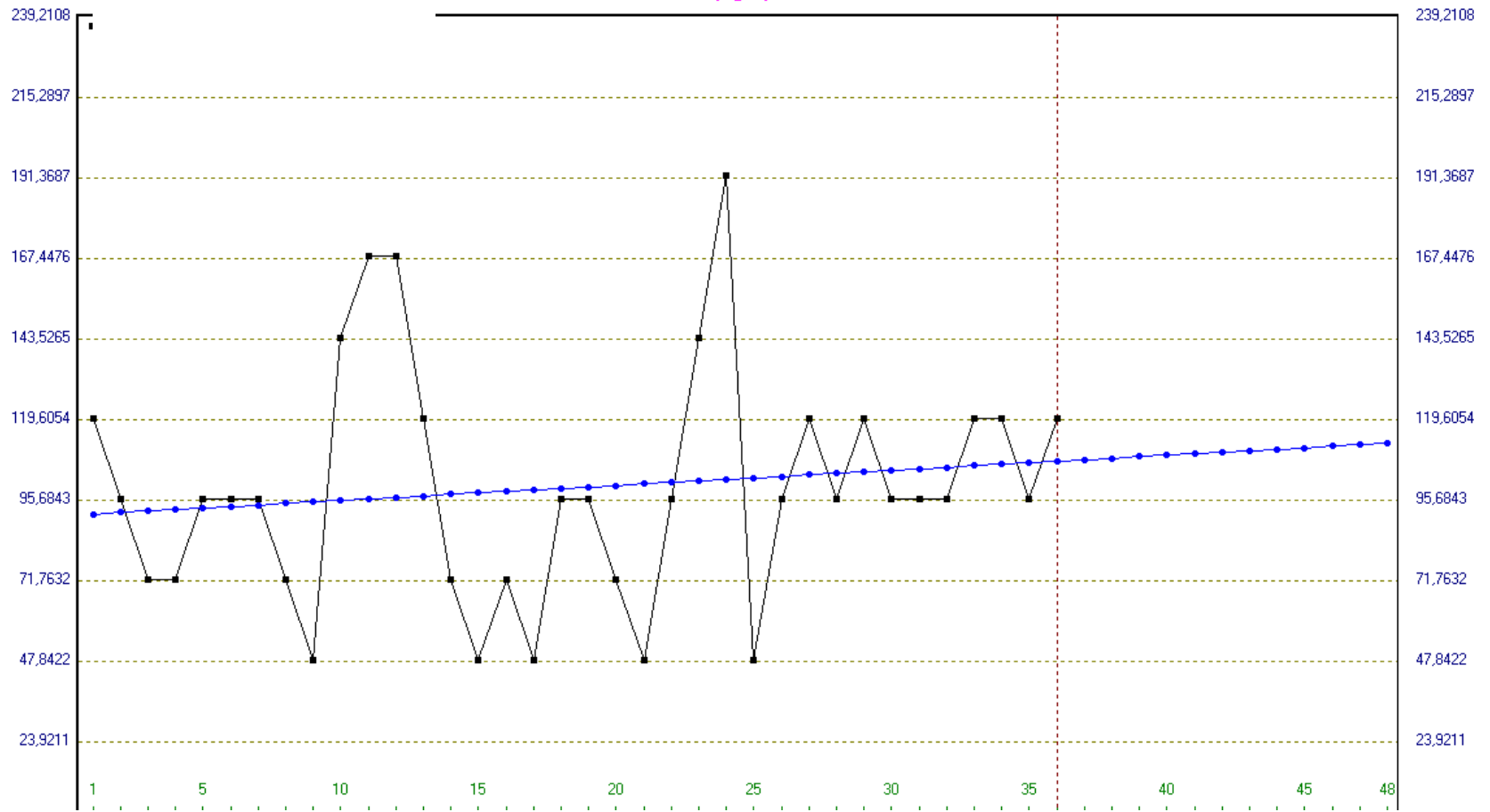
Şekil 3.4. 150\*200 Yatak İçin Regresyon Modeli

$X_2 \rightarrow 150*200$  Yatak. Regresyon modeli:  $Y_{x_2} = 120,11 + 0,75x$



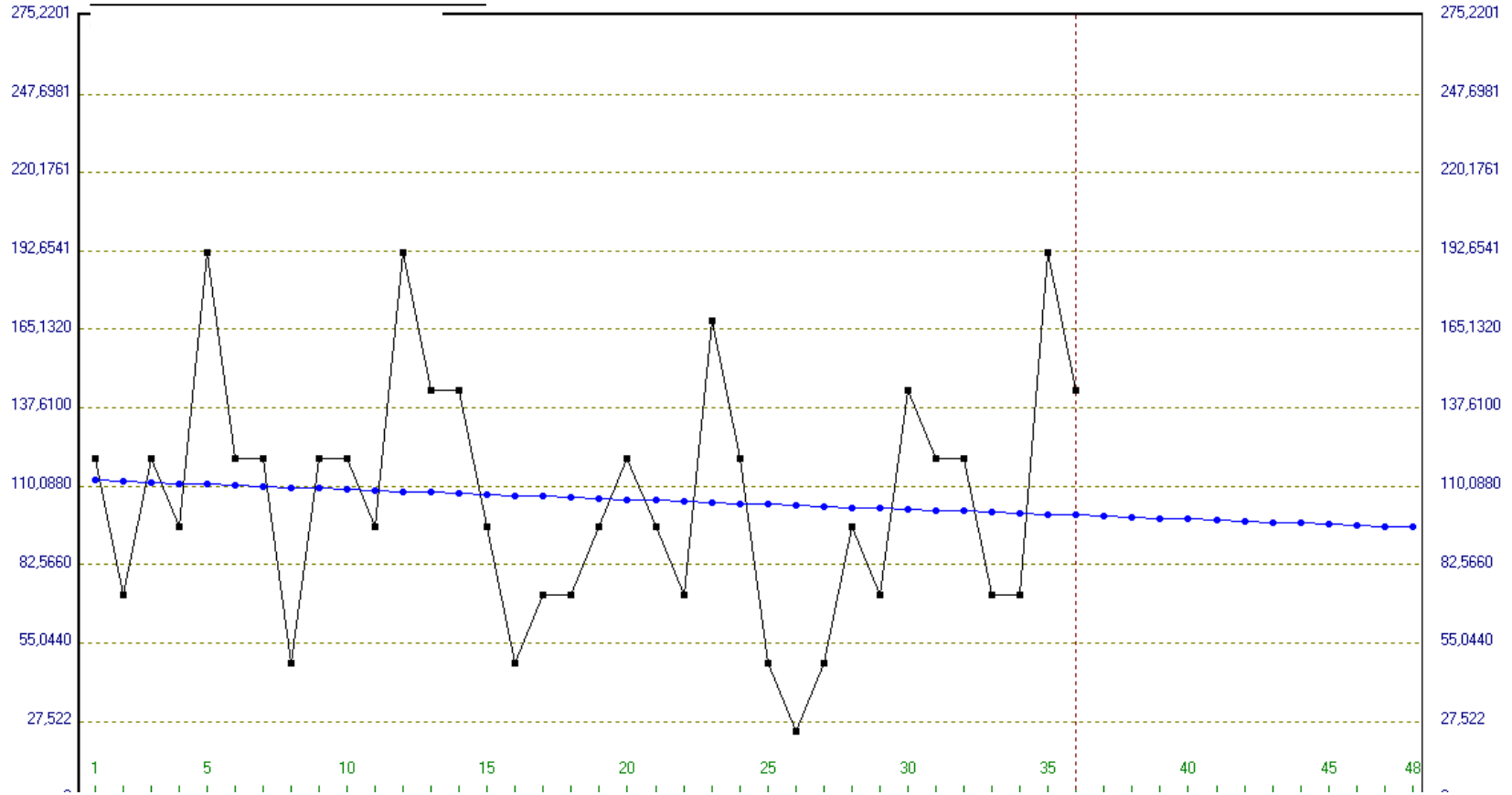
**Şekil 3.5. 160\*200 Yatak İçin Regresyon Modeli**

$X_3 \rightarrow 160*200$  Yatak. Regresyon modeli:  $Y_{x3}=91,04+0,44x$

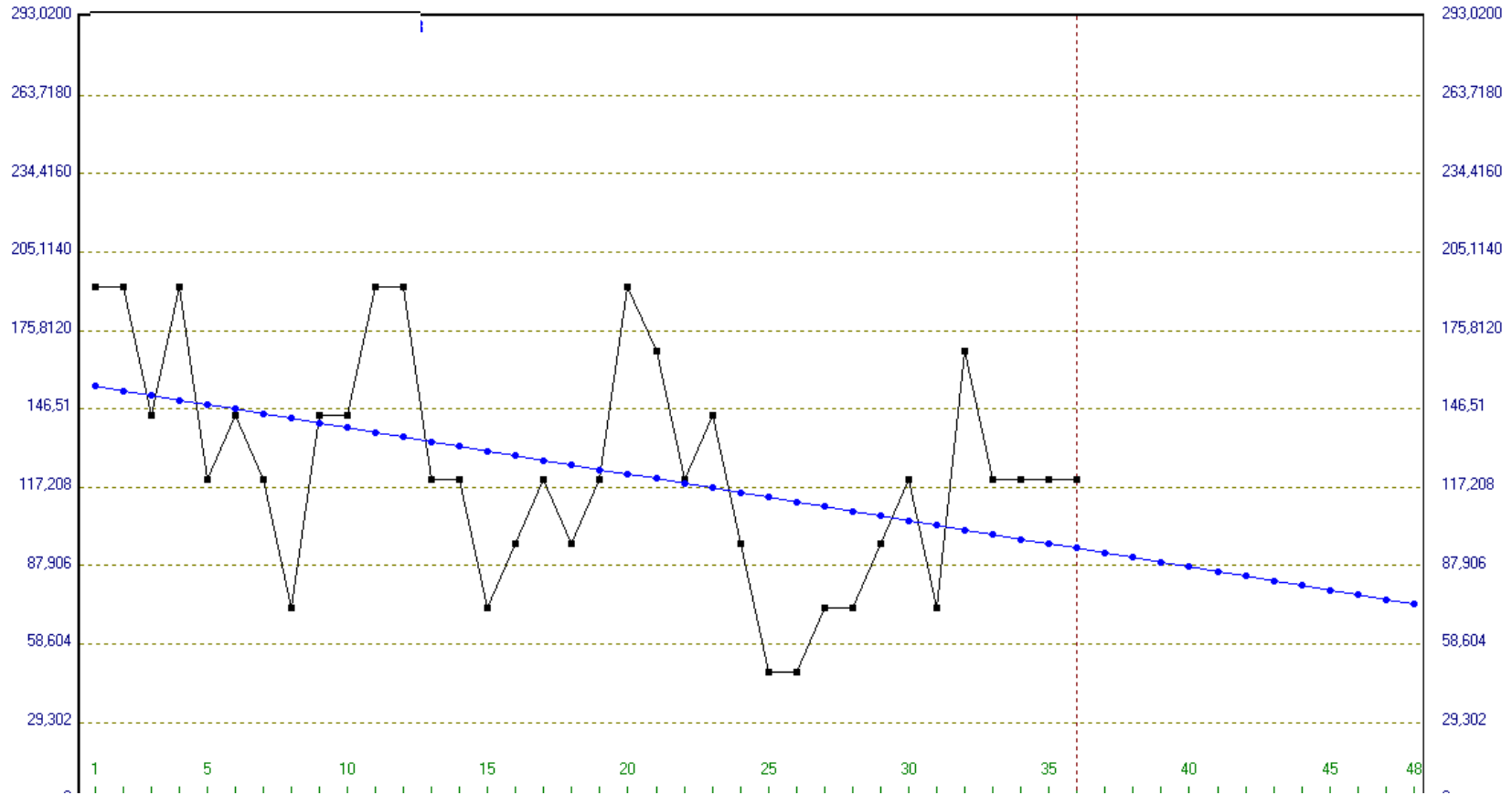


**Şekil 3.6.** 100\*200 Yatak İçin Regresyon Modeli

$X_4 \rightarrow 100*200$  Yatak. Regresyon modeli:  $Y_{x4} = 112,46 - 0,35x$

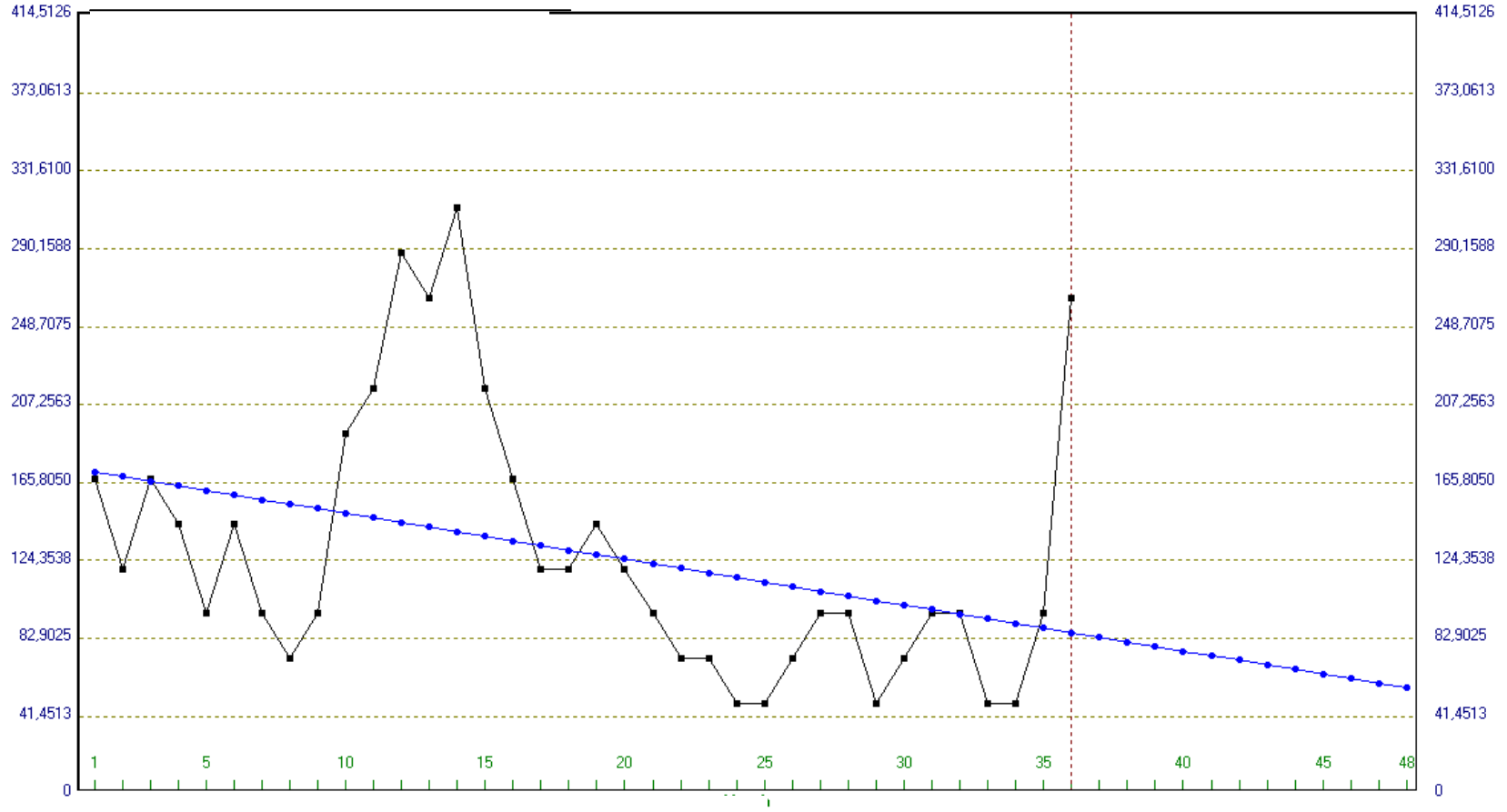


**Şekil 3.7. 90\*190 Ortopedik Yatak İçin Regresyon Modeli**  $X_5 \rightarrow 90*190$  Ortopedik Yatak. Regresyon modeli:  $Y_{x5}=156,72-1,73x$

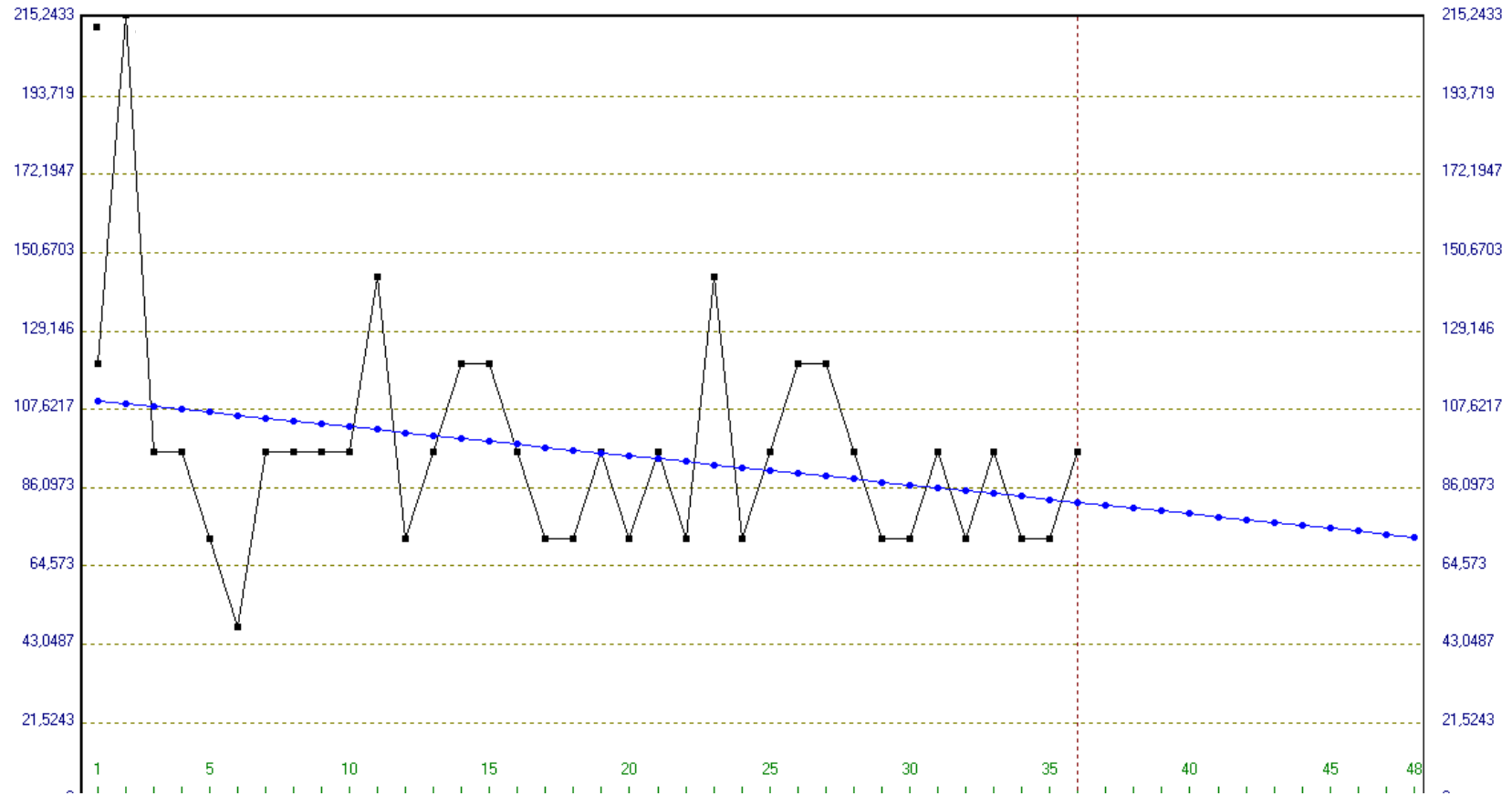




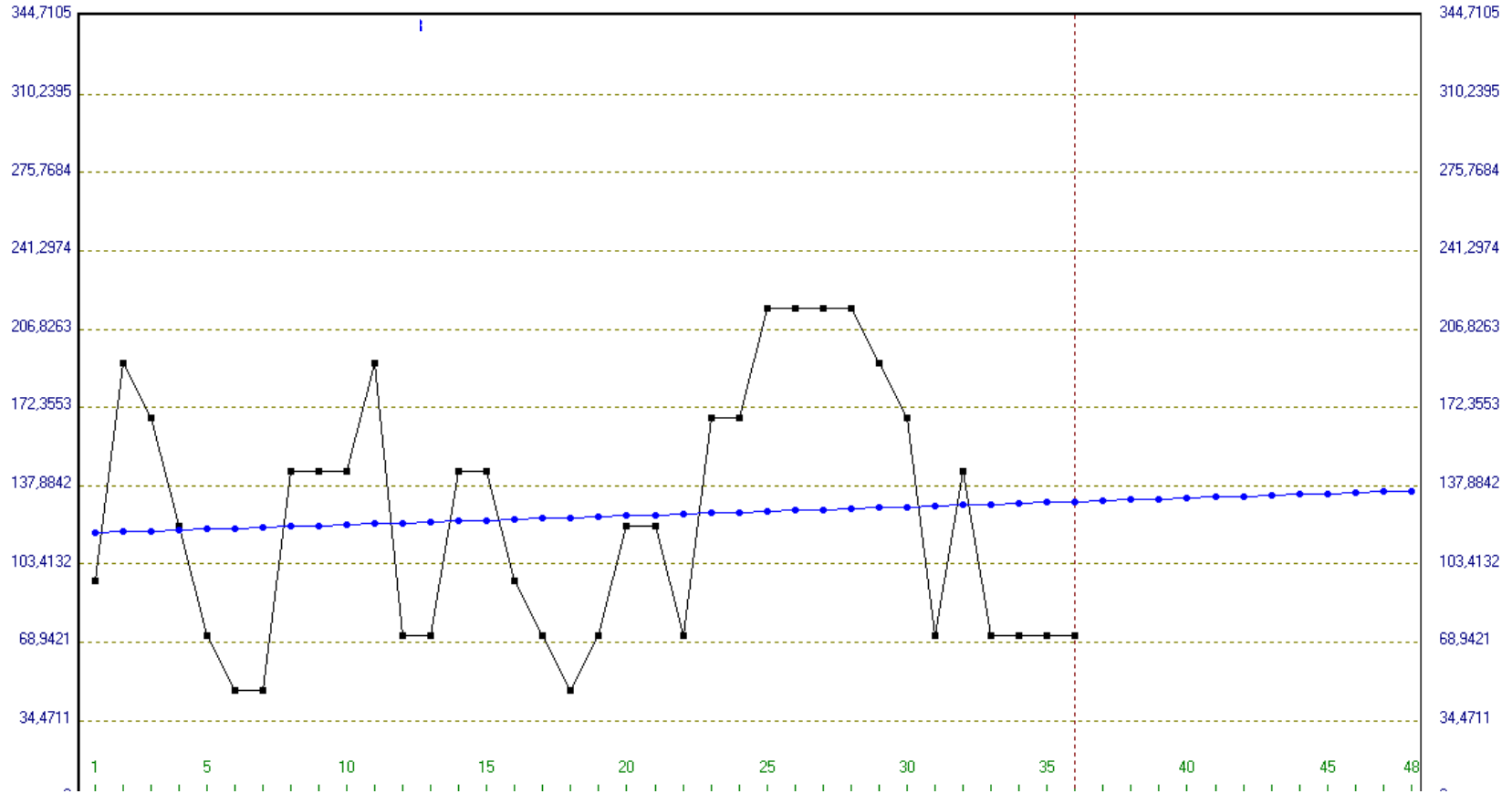
**Şekil 3.8.** 150\*200Ortopedik Yatak İçin Regresyon Modeli  $X_6 \rightarrow 150*200$  Ortopedik Yatak. Regresyon modeli:  $Y_{x6}=173,87-2,44x$



**Şekil 3.9.** 160\*200 Ortopedik Yatak İçin Regresyon Modeli  $X_7 \rightarrow 160*200$  Ortopedik Yatak. Regresyon modeli:  $Y_{x7}=110,74-0,79x$



**Şekil 3.10.** 100\*200 Ortopetid Yatak İçin Regresyon Modeli  $X_8 \rightarrow 100*200$  Ortopedik Yatak Regresyon modeli:  $Y_{x8}=116,8+0,39x$



### 3.3.4.Pozitiflik Kısıtı:

Fabrikada her üründen üretilmesi istenmektedir. Bu nedenle üretim negatif olmayacağından, pozitiflik kısıtı oluşturulmuştur. Yani modeldeki tüm karar değişkenleri sıfırdan büyük olmalıdır.

$$X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8 \geq 0$$

### 3.3.5.Modelinin Çözümü ve Çözüm Sonuçlarının Ekonomik Yorumu

Oluşturulan doğrusal programlama modeli WinQSB programında çözümlenerek Çizelge 3.11’de görülen sonuçlar elde edilmiştir.

*Çizelge:3.11 En İyi Çözüm Sonuçları*

Faaliyetler	Çözüm Sonucu	Gölge Fiyatı
<b>X1</b>	190	0
<b>X2</b>	153	0
<b>X3</b>	111	0
<b>X4</b>	98	0
<b>X5</b>	84	0
<b>X6</b>	71	0
<b>X7</b>	77	0
<b>X8</b>	448	0
<b>S1</b>	1426	0
<b>S2</b>	781	0
<b>S3</b>	779	0
<b>S4</b>	1340	0
<b>S5</b>	1532	0
<b>S6</b>	863	0
<b>S7</b>	813	0
<b>S8</b>	990	0
<b>S9</b>	0	10,6273
<b>S10</b>	0	17,7715
<b>S11</b>	0	22,8166
<b>S12</b>	0	10,62
<b>S13</b>	0	4,2873
<b>S14</b>	0	2,2515
<b>S15</b>	0	4,8966
<b>S16</b>	314	0
<b>S17</b>	0	8,1983
<b>R9</b>	0	-10,6273
<b>R10</b>	0	-17,7715
<b>R11</b>	0	-22,8166
<b>R12</b>	0	-10,62
<b>R13</b>	0	-4,2873
<b>R14</b>	0	-2,2515
<b>R15</b>	0	-4,8966
<b>R16</b>	0	0

Maksimum Kâr = 73.430 TL

X<sub>1</sub>: 90\*190 Yatak Tipi = 190 Adet

X<sub>2</sub>: 150\*200 Yatak Tipi = 153 Adet

X<sub>3</sub>: 160\*200 Yatak Tipi = 111 Adet

X<sub>4</sub>: 100\*200 Yatak Tipi= 98 Adet

X<sub>5</sub>: 90\*190 Ortopedik Yatak Tipi= 84 Adet

X<sub>6</sub>: 150\*200 Ortopedik Yatak Tipi= 71 Adet

X<sub>7</sub>: 160\*200 Ortopedik Yatak Tipi= 77 Adet

X<sub>8</sub>: 100\*200 Ortopedik Yatak Tipi= 448 Adet

Her bir üründen belirtilen miktarda üretilmesi durumunda maksimum kâr 73.430 TL olmaktadır.

Bulunan sonuçlara genel olarak bakıldığında, 90\*190, 150\*200, 160\*200, 100\*200, 90\*190 Ortopedik, 150\*200 Ortopedik, 160\*200 Ortopedik ürünlerin alt üretim sınırında üretilmesi gerektiği görülmektedir. Modelde alt üretim kısıtı bulunmasaydı, ürünlerden bazılarının hiç üretilmemesi veya alt üretim sınırından daha az miktarda üretilmesi gerekirdi. Böylelikle maksimum kâr daha yüksek çıkarabilirdi. Modelde alt üretim kısıtlarının bulunmasının nedeni, fabrikanın son üç yıl içerisinde yapmış olduğu satışlar incelendiğinde her ürüne belirli miktarda talebin olduğu görülmektedir ve bu talebin karşılanmasıdır. Ayrıca ürün çeşidinin fazla olmasından dolayı müşteri kaybını önlemektedir. Yani bir ürün maliyetine satılarak kâr elde edilmese bile bu durum diğer ürünlerden elde edilen kârdan karşılanmaktadır. Yani amaç; fabrikada fazla çeşit bulundurup, gelen müşteriyi geri çevirmemektir. Bu sonuçlara göre şu an zarar eden bir ürün uzun dönemde kâr edebileceği düşünülmektedir. Çözüm sonuçlarından en fazla 100\*200 Ortopedik yatak (448 adet) üretilmesi, en az ise 150\*200 ortopedik yatak (71 adet) üretilmesi gerektiği görülmektedir. Bunun nedeni yatakların kullanışlılığının farklı olmasıdır. Ortopedik yataklar konfor açısından daha rahat olduğu için tercih sebebi olmaktadır. Ayrıca çocuk sayısına oranla yatak ihtiyacı da artacağından, tek kişilik yatak talebinde artış vardır. Bununla birlikte modelde mamullerin hepsinden daha fazla üretilbileceği halde üretilmeyen (=kullanılmayan ) kısımları vardır. Elde edilen sonuçlara göre gölge fiyatları da görülebilmektedir. Gölge fiyatlar herhangi

bir üretim kaynağının miktarının bir birim arttırılması veya azaltılması durumunda amaç fonksiyonunda meydana gelebilecek artış veya azalış olarak tanımlanır. Buna göre üretilen ürünlerin kaynak miktarının bir birim daha arttırılması amaç fonksiyonuna bir katkı sağlamayacağından, gölge fiyatlar sıfırdır.

Üst üretim sınırına göre 1426 adet daha 90\*190 normal yatak üretilbileceği halde optimum üretim planına göre üretilmesi gerekli görülmemiştir. Aynı şekilde  $X_2$  için 781,  $X_3$  için 779,  $X_4$  için 1340,  $X_5$  için 1532,  $X_6$  için 863,  $X_7$  için 813,  $X_8$  için 990 adet yatak miktarı da üst üretim kısıtlarına göre üretilbileceği halde en iyi üretim planına göre üretilmeleri gerekli görülmemiştir. Bu ürünlerin kaynak miktarları yeteri kadar olduğu için hatta kullanılmayan kısımları olduğu için gölge fiyatları sıfırdır. Makine kapasitesi kaynak miktarı bir birim daha arttırılırsa makine kapasitesinin gölge fiyatı 8,1983 TL dir. 100\*200 ortopedik yatak alt üretim sınırından 314 adet daha fazla üretilmesi gerekmektedir. Diğer ürünler alt üretim sınırında üretilmelidirler. Alt üretim sınırı kısıtlarına göre 90\*190 normal yatağın kaynak miktarının bir birim arttırılması halinde, amaç fonksiyonunda 10,6273 TL lik bir azalmaya neden olacaktır. Yani alt üretim sınırı kısıtlarına göre gölge fiyatı; -10,6273 TL dir. Aynı şekilde  $X_2$  için -17,7715 TL,  $X_3$  için -22,8166 TL,  $X_4$  için -10,62 TL,  $X_5$  için -4,2873 TL,  $X_6$  için -2,2515 TL,  $X_7$  için -4,8966 TL gölge fiyatlarına sahiptir. Bu ürünlerin alt üretim sınırlarına göre kaynak miktarındaki bir birim artış amaç fonksiyonunda gölge fiyatları kadarlık bir azalışa neden olur.

### ***Duyarlılık Analizleri:***

***Çizelge:3.12 Amaç Fonksiyonu Katsayılarına Ait Duyarlılık Analizi***

$C_j$	MİNİMUM $C_j$	MAKSİMUM $C_j$
$C_1$	-SONSUZ	51,1573
$C_2$	-SONSUZ	88,5415
$C_3$	-SONSUZ	92,8866
$C_4$	-SONSUZ	57,47
$C_5$	-SONSUZ	51,1573
$C_6$	-SONSUZ	88,5415
$C_7$	-SONSUZ	92,8866
$C_8$	56,0086	SONSUZ

### ***Amaç Fonksiyonuna Ait Duyarlılık Analizleri:***

Doğrusal programlama sorunlarında, amaç fonksiyonu katsayılarının, kısıtlayıcı kaynak miktarının ve teknolojik katsayıların değişmesi halinde daha önce elde edilen çözüm, en iyilikten çıkmaktadır. Duyarlılık analizleri en iyi çözümde bu katsayıların ne kadar değişebileceğini göstermektedir. Bu fabrikadaki çalışmada amaç fonksiyonu katsayılarının ve kısıtlayıcı faktörlerin değişim aralığını gösteren duyarlılık analizi sonuçları verilmiştir.

Amaç fonksiyonu katsayılarına ait duyarlılık analizleri sonuçlarına bakıldığında amaç fonksiyonu katsayılarının en düşük olabilecekleri değerin bulunduğu sütunda bazı ürünlerde – sonsuz ifadesi görülmektedir. Amaç fonksiyonu (kâr) katsayısı için – sonsuzun anlamını şöyle ifade edilmektedir. Bir ürün maliyet değeriyle satılırsa, o üründen kâr elde edilmez, yani elde edilen kâr sıfır olur. Eğer bu ürün hiç ücret talep etmeden dağıtılırsa (bedava) o üründen – sonsuz zarar edilir. – sonsuzun değeri ise maliyet kadar olur. Böyle bir durum matematiksel olarak görünse de uygulamada böyle bir durumla karşılaşılmaz.

Amaç fonksiyonu katsayılarına ait duyarlılık analizleri sonuçlarının bulunduğu çizelgedeki – sonsuzları sıfır olarak yani maliyetine satışlar olarak yorumlanabilmektedir.

90\*190 yatağın kâr katsayısı diğer ürünlerin kâr katsayıları sabit kalmak şartıyla – sonsuz ile 51,1573 TL arasında değişirse en iyi çözüm sonuçlarında herhangi bir değişiklik olmamaktadır. Burada – sonsuzun anlamı; ürün alt üretim sınırında üretildiğinden kar katsayısı 40,53 TL'nin altına düşürülse bile (- sonsuz olabilir), alt üretim sınırında üreilmeye devam edilecektir. Eğer 90\*190 yatağın amaç fonksiyonu kâr katsayısı 51,1573 TL'nin üzerine çıkarsa diğer ürünlerin amaç fonksiyonu katsayıları sabit tutulup, alt üretim sınırında üretimi yapılmayanlardan bir veya birkaçının alt üretim sınırında üretim yapılması gerekecekti.

100\*200 ortopedik yatağın kâr katsayısı 56,0086 TL ile + sonsuz arasında değiştirilirse optimallik sonuçları değişmez. Ancak kâr katsayısı 56,0086 TL'nin altına düşerse 100\*200'nin üretimi alt üretim sınırına kadar düşer. Kâr katsayısı + sonsuza kadar çıkarsa 100\*200 ortopedik üretimi üst üretim sınırına kadar çıkar.

150\*200 yatağın kâr katsayısı – sonsuz kadar azaltılabilirken, en fazla 88,5415 TL' ye kadar arttırılabilir. 160\*200'nin kâr katsayısı – sonsuz kadar azaltılabilirken en fazla 92,8866 TL kadar arttırılırsa çözüm sonuçlarında optimallik bozulmayacaktır.

Bu ürünlerin kâr katsayıları belirtilen sınırlar içinde değiştirilirse en iyi çözüm sonuçları değişmez, ürünlerin kâr katsayıları – sonsuz olması halinde, bu ürünler yine üretim sınırında üretilcektir. Ürünlerin kâr katsayıları çıkabilecekleri maksimum değeri aşarsa, diğer ürünlerden alt üretim miktarında üretimi yapılmayan ürünlerden bir veya birkaçının alt üretim sınırında üretimi yapılması gerekecektir.



**Çizelge:3.13. Üretim Faktörlerine Ait Duyarlılık Analizi Sonuçları**

$b_i$	Minimum $b_i$	Maksimum $b_i$
$b_1$	190	+sonsuz
$b_2$	153	+sonsuz
$b_3$	111	+sonsuz
$b_4$	98	+sonsuz
$b_5$	84	+sonsuz
$b_6$	71	+sonsuz
$b_7$	77	+sonsuz
$b_8$	448	+sonsuz
$b_9$	0	542
$b_{10}$	0	357
$b_{11}$	0	305
$b_{12}$	0	412
$b_{13}$	0	436
$b_{14}$	0	275
$b_{15}$	0	271
$b_{16}$	-sonsuz	448
$b_{17}$	7.885,32	17.026,36

### *Üretim faktörlerine Göre Duyarlılık analizi:*

Modelin çözüm sonuçlarına bakıldığında 90\*190, 150\*200, 160\*200, 100\*200, 90\*190 Ortopedik, 150\*200 Ortopedik, 160\*200 Ortopedik alt üretim sınırında üretilmeleri gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu ürünlerin ayrıca üst üretim kısıtları da bulunmaktadır. Çizelgede – sonsuz ve + sonsuz ifadesinin bulunmasının nedeni duyarlılık analizinde her kısıt değerleri sabit kalmak şartıyla tek başına değerlendirildiğinden üst üretim kısıtlarına göre maksimum değer olarak + sonsuz ve alt üretim kısıtlarına göre – sonsuz çıkması doğaldır. Halbuki üretim faktörlerine ait duyarlılık analizi sonuçları yorumlanırken her ürünün alt ve üst üretim kısıtları aynı anda göz önüne alınarak yorumlanmaktadır.

90\*190 normal yatağın üretim miktarı en az sıfıra kadar azaltılabilirken en fazla 542 adete kadar arttırılırsa en iyi çözüm sonuçlarında bir değişiklik olmaz. 150\*200 normal yatağın üretim miktarı en az sıfıra kadar azaltılabilirken en fazla 357 adete kadar arttırılırsa en iyi çözüm sonuçlarında bir değişiklik olmaz. Alt üretim kısıtına göre – sonsuz çıkmasının nedeni azaltılabilecek en çok miktar, ürünlerin alt üretim sınırına kadar olur.

Makine kapasitesi en az 7.885,32 dakikaya kadar azaltılabilirken en fazla 17.026,36 dakikaya kadar çıkartılabilir.

## 4.SONUÇ DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Sanayi işletmeleri üretim faaliyetlerini; fiyat, kalite, zaman, üretim kapasitesi, hammadde v.b. sınırlayıcı şartlar altında sürdürürler. Bu sebeple üretime geçmeden önce, üretim faaliyetlerinin nerede ve nasıl ve kim tarafından yapılacağı, neler üretileceği, üretilecek olan mamul ya da mamullere ilişkin sürelerin belirlenmesi gibi işlemlerin yerine getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla sanayi yöneticileri önceden üretim planlaması yaparak, mevcut kaynakları rasyonel ve etkili bir şekilde kullanabilirler.

İşletmelerin başlıca konularından biri de mevcut kapasiteyi en iyi şekilde kullanarak kârı maksimum yapacak veya maliyeti minimum yapacak üretim planlamasının hazırlanmasıdır. Bu tür konular doğrusal programlama ile çözülmektedir. Doğrusal programlama bir çok konuda kesin neticeler vermektedir.

İşletmelerin üretim planlarının amaçlarına uygun olarak hazırlanabilmesi, üretim faaliyetlerinde etkinliğin sağlanabilmesini de etkileyebilmektedir. Üretim planlamasında, amaçlara ulaşılabilmek birçok kriteri en uygun şekilde sağlayabilecek ve optimum faydayı sağlayabilecek farklı modellerden yararlanılmaktadır.

İşletmeler kaynaklarını verimli bir şekilde kullanarak gelirlerini arttırmak amacıyla, üretimlerini belirli bir plan ve program çerçevesinde gerçekleştirmektedirler. Üretim planlaması sorunlarının çözümünde kullanılacak etkili yöntemlerden birisi doğrusal programlama tekniğidir.

Bugün modern işletmecilik konusunda daima doğrusal programlamadan söz edilmektedir. Zamandan en çok yarar sağlamayı benimsemek ve dolayısıyla en elverişli çözümü araştırmak önemlidir.

Bu çalışmada; üretim planlama ve doğrusal programlama hakkında genel bilgiler verilmiştir. Üretim planlaması yapmak amacıyla uygulamanın yapıldığı fabrikada doğrusal programlama tekniği kullanılmıştır. Ayrıca talep tahmini hakkında gözlemler yapılmıştır. Uygulamanın yapıldığı söz konusu işletme için

kurulan doğrusal programlama modeli kurularak WinQSB bilgisayar paket programı kullanılarak çözülmüştür.

Uygulamanın yapıldığı fabrikada kârı maksimum yapacak ürün bileşim miktarları bulunmaya çalışılmıştır. Uygulamadaki modelin çözüm sonuçlarına bakıldığında 90\*190 yatak tipinden 190 adet, 150\*200 yatak tipinden 153 adet, 160\*200 yatak tipinden 111 adet, 100\*200 yatak tipinden 98 adet, 90\*190 ortopedik yatak tipi 84 Adet, 150\*200 ortopedik yatak tipi 71 adet, 160\*200 ortopedik yatak tipi 77 adet, 100\*200 ortopedik yatak tipi 448 adet üretilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

Bu ürün bileşimi sonucunda fabrikanın kârı 73.430 TL olacaktır.

Yine bu çözüm sonuçların bakıldığında, en fazla 100\*200 ortopedik yatak (448), en az ise 150\*200 ortopedik yatak (71) üretilmesi gerekmektedir. Ayrıca 1426 adet daha 90\*190 normal yatak üretilbileceği halde optimum üretim planına göre üretilmesi gerekli görülmemiştir. Aynı şekilde  $X_2$  için 781,  $X_3$  için 779,  $X_4$  için 1340,  $X_5$  için 1532,  $X_6$  için 863,  $X_7$  için 813,  $X_8$  için 990 adet yatak miktarı daha üretilbileceği halde üretilmeyen kısımları vardır.

Modeli genel olarak incelediğimizde fabrikada bütün ürünlerin üretilmesi istendiği görülmüştür. Çözüm sonuçlarına bakıldığında 90\*190, 150\*200, 160\*200, 100\*200, 90\*190 Ortopedik, 150\*200 Ortopedik, 160\*200 Ortopedik ürünlerin alt üretim sınırında üretilmesi gerektiği görülmektedir. Fabrikada üretilen bu ürünler için olan alt üretim kısıtı kaldırılırsa, bu ürünlerin üretim miktarı daha da aşağı düşer. Bazı ürünlerin üretimi durdurulmalıdır. Böylece kâr katsayısı (amaç fonksiyonu katsayısı) yüksek olan diğer ürünlerin üretim miktarları artar ve fabrikanın maksimum kârı buna bağlı olarak da artar. Fabrika bu alt kısıtı kaldırmak istememektedir. Çünkü fabrikanın ürettiği ürünlere geçmiş senelerde belli bir talep vardır. Bu talebin gelecekte de olacağı düşünülmektedir. Fabrikada ürün çeşidi fazla tutulup ürünlerden şu anda zarar edilmesi söz konusu olsa bile bu ürünlerin uzun zamanda kâr edebileceği beklentisi vardır.

Artan rekabetten ötürü firmanın gelecek dönemlerde üretimini arttırması, üretim alanında değişiklikler yapması ve rakiplerine karşı tedbirler alması gerekmektedir. Firma tecrübeli personel ile üretimi geliştirici, kaliteyi arttırıcı tedbirler almalıdır. Firmanın finansal bakımdan gelişmesi için talep tahminiyle elde edilen grafik sonuçlarına göre ileride talebi zayıflayacak ürünlerde talep ve fiyat

arasındaki bağlantıyı değerlendirmesi gerekmektedir. Maliyetleri dūřurerek talep anlamında bir canlanma yaratılıp firmanın karını arttırması gerekmektedir.

Fabrikada üretimde kullanılan kumaş ve sünger aracı kuruluşlardan temin edilmektedir. Maliyeti dūřürmek açısından kumaş ve süngeri doğrudan temin edilebilir.

Fabrikanın kârını arttırması için reklam çalışmalarına hız vermelidir. Tüketicilere sanal ortamdan alışveriş yapma kolaylığı sağlanırsa aracı bayilerin kâr payları oranında da firmanın kârı yükselecektir.

## **YARARLANILAN KAYNAKLAR**

ACAR Nesime, **Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları**, 2. Baskı, MPM Yayınları, Ankara, 1985

AKBAYGİL Işıl, **İktisatçılar İçin Doğrusal Programlamaya Giriş**, Elektronik Ofset, İstanbul, 1980

AKINCI Eda, **Bir Tersanenin Üretim Planlamasının Hazırlanması**, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2008

ALAN M. Ali ve YEŞİLYURT Cavit, **Doğrusal Programlama Problemlerinin Excel ile Çözümü**, Cumhuriyet Üniversitesi, İ.İ.B.F, Cilt 5, Sayı 1, 2004

ASLAN Demir, **Üretim Planlama ve Kontrol**, İstanbul Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yayın No:1339, İzmir, 1981

AVRALOĞLU Zeki, **Doğrusal Programlama ve Tarım İşletmelerinde Bir Uygulama**, Ankara İ.T.İ.A.Yayın No:139, Ankara, 1981

BAKOĞLU Hüsamettin, **Doğrusal Programlama**, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Seri No:106, İzmir, 1982

BULUT Şükrü, **Orta Ölçekli Bir İşletmede Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması**, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2006

BÜYÜKKEKLİK Mustafa, **Üretim Planlama Problemlerinde Doğrusal Programlama Modellerinin Kullanımı: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama**, Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Niğde, 2007

CANKURT Murat ve KONAK Kezban, **Ziraat Fakültesi Uygulama Çiftliğinde Tarla Bitkileri Şubesi Üretim Planlaması**, Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(2), 2004

ÇELİKÇAPA ODMAN Feray, **Üretim Planlaması**, 1.Basım, Alfa Basım, İstanbul, 1999

DEMİR Hulusi ve GÜMÜŞOĞLU Şevkinaz, **Üretim İşlemeler Yönetimi**, 4.Baskı, Beta Yayınları, İstanbul, 1994

Devlet Planlama Teşkilatı, Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013, **Ağaç Ürünleri ve Mobilya Sanayi**, Ankara, 2007

DOWLING Edward T., **İşletme ve İktisat İçin Matematiksel Yöntemler**, Nobel Yayın, Ankara, 1993

ERGÜLEN Ahmet ve GÜRBÜZ Esen, **İnşaat ve Enerji Sektöründe Beton Direk Üretimi Planlamasına Örnek Bir Model Önerisi, Tamsayılı Doğrusal Programlama**, Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Celal Bayar Üniversitesi, İktisadi İdari Birimler Fakültesi Dergisi, Cilt 13, Sayı 1, 2006

ERDOĞAN N.Kemal, **Lineer Programlamada İç Nokta Algoritmaları**, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2005

FEİRING, Bruce R., **Linear Programming: An Introduction**, Newbury Park, California: Sage Publications, 1986

GÜRDOĞAN Nazif, **Üretim Planlamasında Doğrusal Programlama ve Demir Çelik Sektöründe Bir Uygulama**, Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No:473, Ankara, 1981

GÜRSAKAL Nemci, **Bilgisayar Uygulamalı İstatistik 2**, 1.Baskı, Alfa Yayınları, Bursa, 2001

HALAÇ Osman, **Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması)**, Evrim Dağıtım, İstanbul, 1991

KARA İmdat, **Doğrusal Programlama**, Bilim Teknik Yayınevi, Eskişehir, 1991

KARAKOYUNLU Yılmaz, **Doğrusal Programlama ve Oyun Teorisi**, Ege Matbaası, Ankara, 1973

KARAYALÇIN İ.İlhami, **Yöneylem ‘Harekat’Araştırması Operations Research Kantitatif Karar Verme Yöntemleri**, Mentaş Kitapevi, İstanbul, 1979

KAYACIKLI Tamer ve EMİL Taluy, **Dünya’da ve Türkiye’de Mobilya Sektörü**, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:2003-19, İstanbul, 2003

KOBU Bülent, **Üretim Yönetimi**, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme İktisadi Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı; Yayın No. 04, 10.Baskı, İstanbul, 1998

KOBU Bülent, **Üretim Yönetimi**, 13. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 2006

KOBU Bülent, **Üretim Yönetimi**, 14.Baskı, Beta Yayınları, İstanbul, 2008

LUENBERGER David G., **Linear and Nonlinear Programming**, 2nd ed, Boston: Kluwer Academic, 2003

MEYDAN Yusuf Ali, **Talep Tahmin Yöntemleri ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulanması**, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2007

MOKHTAR S. Bazaraa, JOHN J. Jarvis, HANİF D. Sherali, **Linear Programming and Network Flows**, New York, John-Wiley, 2nd.ed, 1990

ONUR Güven, **Japonya Ahşap Mobilya Piyasası**, İGEME Araştırma ve Geliştirme Merkezi, Ankara, 1997

ÖNEY Erden, **Doğrusal Programlama ve Türk Ekonomisine Uygulama Denemesi**, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1971

ÖZGEN Hüseyin, **Üretim Yönetimi**, Bizim Büro Yayın Evi, Adana, 1987

ÖZGÜVEN Cemal, **Doğrusal Programlama**, Erciyes Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları No:1, Kayseri, 1986

ÖZTÜRK Ahmet, **Yöneylem Araştırması**, Ekin Kitapevi, Bursa, 2005

SARIASLAN Halil, **Kaynak Dağılımında Doğrusal Programlama**, Ankara Üniversitesi Siyasi Bilimler Fakültesi Yayınları:533, Ankara, 1986

SILVER Edvard A., PYKE David F., PETERSON Rein, **Inventory Management And Production Planning and Scheduling**, 3rd Editions, John Wiley and Sons, New York, 1998.

TAHA Hamdy A., **Operations Reserch An Introduction**, Sixth Edition, Macmillan Publishing Company, New York, 1987

TAHA Hamdy A., **Yöneylem Araştırması**, 4.basım, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2007



- TATAR Tevfik, **Üretim Yönetimi ve Teknikleri**, Adana, 1973
- TATAR Tevfik, **İşletmecilik İlkeleri**, Gazi Büro Yayınları, Ankara, 1992
- TEKİN Mahmut, **Üretim Yönetimi**, Cilt 1, 3.Baskı, Konya, 1996
- TEKİN Mahmut, **Üretim Yönetimi**, Cilt 1, 5.Baskı, Eğitim Yayınevi, Konya, 2004
- TOP Aykut, **Üretim Sistemleri Analiz Planlama ve Kontrolü**, 3.Baskı, Alfa Yayınları, İstanbul, 2001
- TULUNAY Yılmaz, **Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları**, 3.Baskı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1991
- VOLLMAN Thomas E., BERRY William L., WHYBARK D. Clay, **Manufacturing Planning and Control Systems**, 4. th Edition, McGraw-Hill, New York, 1997
- YAMAK Oygur, **Üretim Yönetimi Sistemler İlkeler Teknikler**, 1.Baskı, Alfa Basım, İstanbul, 1994
- YELKEN Nurettin ve Hulusi DEMİR, **Üretim Planlaması ve Kontrolü**, Ege Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları No:133/2, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir, 1978

## EK.1.DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODEL ÇÖZÜM SONUÇLARI

### Combined Report For LP Sample Problem

	12:25:28		Sunday	June	06	2010		
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	Allowable Min. c(j)	Allowable Max. c(j)
1	90*190 NORMAL	190,0000	40,5300	7.700,7000	0	basic	-M	51,1573
2	150*200 NORMAL	153,0000	70,7700	10.827,8100	0	basic	-M	88,5415
3	160*200 NORMAL	111,0000	70,0700	7.777,7700	0	basic	-M	92,8866
4	100*200 NORMAL	98,0000	46,8500	4.591,3000	0	basic	-M	57,4700
5	90*190 ORT	84,0000	46,8700	3.937,0800	0	basic	-M	51,1573
6	150*200 ORT	71,0000	86,2900	6.126,5900	0	basic	-M	88,5415
7	160*200 ORT	77,0000	87,9900	6.775,2300	0	basic	-M	92,8866
8	100*200 ORT	447,0785	57,4700	25.693,6000	0	basic	56,0086	M
	Objective	Function	(Max.) =	73.430,0800				
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	Allowable Min. RHS	Allowable Max. RHS
1	C1	190,0000	<=	1.616,0000	1.426,0000	0	190,0000	M
2	C2	153,0000	<=	934,0000	781,0000	0	153,0000	M
3	C3	111,0000	<=	890,0000	779,0000	0	111,0000	M
4	C4	98,0000	<=	1.438,0000	1.340,0000	0	98,0000	M
5	C5	84,0000	<=	1.616,0000	1.532,0000	0	84,0000	M
6	C6	71,0000	<=	934,0000	863,0000	0	71,0000	M
7	C7	77,0000	<=	890,0000	813,0000	0	77,0000	M
8	C8	447,0785	<=	1.438,0000	990,9216	0	447,0784	M
9	C9	190,0000	>=	190,0000	0	-10,6273	0	541,7115
10	C10	153,0000	>=	153,0000	0	-17,7715	0	356,2111
11	C11	111,0000	>=	111,0000	0	-22,8166	0	304,7052
12	C12	98,0000	>=	98,0000	0	-10,6200	0	411,0785
13	C13	84,0000	>=	84,0000	0	-4,2873	0	435,7115
14	C14	71,0000	>=	71,0000	0	-2,2515	0	274,2111
15	C15	77,0000	>=	77,0000	0	-4,8966	0	270,7052
16	C16	447,0785	>=	134,0000	313,0785	0	-M	447,0785
17	C17	10.080,0000	<=	10.080,0000	0	8,1983	7.885,3200	17.026,3600

## **EK- 2. ÖZGEÇMİŞ**

### **ÖZGEÇMİŞ**

#### **Kişisel Bilgiler:**

Adı ve Soyadı: Hasan Yılmaz

Doğum Yeri: Salihli/Manisa

Doğum Yılı:05.04.1984

#### **Eğitim Durumu:**

Lise: 1998-2002 İzmir Özel Yamanlar Lisesi

Lisans: 2002 – 2006 Uludağ Üniversitesi/ İşletme Bölümü

Yüksek Lisans: 2007– 2010 Süleyman Demirel Üniversitesi/ İşletme Bölümü

**Yabancı Dil :** İngilizce

#### **İş Deneyimi:**

2006 -2010 Özel Bir İşletmede Sorumlu Danışman